

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**LUCAS MATHEUS GUEDES OLERIANO**

**DIAGNÓSTICO, ANÁLISE E ASSOCIAÇÃO DA SÉRIE DE OCORRÊNCIAS  
ATENDIDAS PELO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO PARANÁ DE UNIÃO  
DA VITÓRIA, COM EVENTOS AMBIENTAIS DE CAUSA NATURAL NA REGIÃO**

**CURITIBA**

**2023**

**LUCAS MATHEUS GUEDES OLERIANO**

**DIAGNÓSTICO, ANÁLISE E ASSOCIAÇÃO DA SÉRIE DE OCORRÊNCIAS  
ATENDIDAS PELO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO PARANÁ DE UNIÃO  
DA VITÓRIA, COM EVENTOS AMBIENTAIS DE CAUSA NATURAL NA REGIÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo no curso de graduação em Agronomia, Setor de Ciências Agrárias, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Professor Dr. Jorge Luiz Moretti de Souza

**CURITIBA**

**2023**

**TERMO DE APROVAÇÃO****LUCAS MATHEUS GUEDES OLERIANO****DIAGNÓSTICO, ANÁLISE E ASSOCIAÇÃO DA SÉRIE DE OCORRÊNCIAS  
ATENDIDAS PELO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO PARANÁ DE UNIÃO  
DA VITÓRIA, COM EVENTOS AMBIENTAIS DE CAUSA NATURAL NA REGIÃO**

Trabalho apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo no curso de graduação em Agronomia, pela seguinte banca examinadora:



---

Orientador: Professor Dr. Jorge Luiz Moretti de Souza

Departamento de Solos e Engenharia Agrícola

Setor de Ciências Agrárias

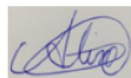


---

Professora: Dr. Camila Bertoletti Carpenedo

Departamento de Solos e Engenharia Agrícola

Setor de Ciências Agrárias



---

Doutoranda: M.Sc. Aline Aparecida do Santos

Departamento de Solos e Engenharia Agrícola

Setor de Ciências Agrárias

Curitiba, 15 de dezembro de 2023

**DEDICATÓRIA**

*“Oh senhor meu Deus!  
Dai-me apenas aquilo que vos resta.  
Aquilo que ninguém vos pede.  
Dai-me a fome,  
Dai-me o frio,  
Dai-me a sede  
Dai-me o medo,  
Mas dai-me acima de tudo:  
A fé, a força, a coragem e a vontade de vencer!  
Uns tem mas não podem,  
Outros podem mas não tem.  
Nós que temos e podemos  
Agradecemos ao senhor”*

Oração do guerreiro

## **AGRADECIMENTOS**

- Aos meus pais e familiares, pelo suporte e compreensão durante o processo de graduação e formação para bombeiro militar. Sem eles nada disso seria possível.
- Aos professores que fizeram parte da minha trajetória e mostraram que o caminho correto nem sempre será o mais fácil.
- Ao meu orientador pela paciência e dedicação na execução de suas atividades.
- Aos meus amigos que representam o conceito de espírito de corpo, moral e vibração. E que serviram como base nas horas difíceis.
- À minha namorada que esteve do meu lado durante todo o percurso.

## RESUMO

Teve-se por objetivo no presente trabalho, diagnosticar (levantar, organizar, classificar) e analisar as ocorrências de causa natural (incêndio ambiental, alagamento, desabamento, deslizamento, queda de árvores, destelhamento, vendaval e/ou tempestade e erosão continental) atendidas pelo Corpo de Bombeiros Militar do Paraná (CBMPR), especificamente no município de União da Vitória-PR, pertencente à 3ª Seção de Bombeiros (SB) do 10º Subgrupamento de Bombeiros Independente (SGBI), bem como associar o tipo/causa das ocorrências ao longo dos anos (diária, mensal, estacional e anual) com os aspectos ambientais e climatológicos da região. As séries de dados de ocorrências utilizadas são do “Sistema de Registro de Ocorrências e Estatística (SYSBM)”, provenientes do CBMPR do município de União da Vitória, compreendendo o período entre 01/01/2014 e 01/12/2022. Os dados climáticos diários foram provenientes da estação meteorológica do Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná (SIMEPAR), coletados entre 01/01/2014 e 01/12/2022. As análises estatísticas associando dados “climáticos *versus* informações de ocorrências naturais” consistiram na obtenção de medidas de tendência (médias mensais e anuais) e a realização de diagramas de dispersão e análises de regressão linear. Verificou-se que: *i*) Em média, 3,9% (551 eventos) das ocorrências atendidas pelo CBMPR são por causa natural em União da Vitória. As ocorrências concentram-se no segundo semestre do ano, especialmente em dezembro, e a maior frequência de atendimentos é no período da tarde. Incêndio ambiental é a ocorrência mais atendida pelo CBMPR (72%), afetando principalmente áreas de plantio florestal da cultura do pinus e eucalipto. Alagamento (2%) é o evento ambiental que impacta direta e indiretamente o maior número de pessoas. Eventos que proporcionam quedas de árvores e destelhamentos (20%), e tempestades de granizo (0,5%) também contribuíram para danos consideráveis à população da região; *ii*) A associação entre ocorrências de causas naturais e médias de dados meteorológicos (temperatura e velocidade do vento), em períodos anuais e mensais, não permitiram a obtenção de resultados conclusivos. No entanto, análises de Cenários mais restritivos, associando “incêndios ambientais registrados no inverno *versus* precipitações pluviométricas ocorridas em determinados períodos mensais” indicaram relação exponencial estreita, com ocorrências mais altas de incêndios à medida que os valores de precipitação diminuíram; e, *iii*) Os dados de ocorrências do CBMPR precisam ser continuamente utilizados para aprimorar o entendimento dos eventos a eles relacionados, e melhorar o atendimento à população conforme a demanda da região, baseando-se nos aspectos climáticos, antropológicos e geográficos da unidade operacional.

**Palavras-chave:** Incidentes urbanos e rurais; Atendimentos; Estatísticas; Avaliação.

## ABSTRACT

The objective of this study was to diagnose (collect, organize, classify) and analyze natural events (wildfires, floods, collapses, landslides, tree falls, roof damage, storms, and/or erosion) attended by the Military Fire Department of Paraná (CBMPR), specifically in the city of União da Vitória-PR, belonging to the 3rd Fire Section (SB) of the 10th Independent Fire Subgroup (SGBI). Additionally, the goal was to associate the type/cause of events throughout the year (daily, monthly, seasonal, and annual) with the environmental and climatological aspects of the region. The natural event data series used are from the "Occurrence and Statistics Recording System (SYSBM)", provided by CBMPR in the city of União da Vitória-PR, covering the period from January 1, 2014, to December 1, 2022. Daily climate data were obtained from the meteorological station of the Paraná Environmental Monitoring and Technology System (SIMEPAR), collected between January 1, 2014, and December 1, 2022. Statistical analyses associating "climate versus natural occurrence information" consisted of obtaining trend measures (monthly and annual averages) and creating scatter plots and linear regression analyses. It was found that: *i*) On average, 3.9% (551 events) of the incidents attended by CBMPR are due to natural causes in União da Vitória. The occurrences are concentrated in the second half of the year, especially in December, and the highest frequency of responses occurs in the afternoon. Environmental fire is the most attended occurrence by CBMPR (72%), mainly affecting forest planting areas of pine and eucalyptus. Flooding (2%) is the environmental event that directly and indirectly impacts the largest number of people. Events that cause tree falls and roof damage (20%), and hailstorms (0.5%) also significantly affect the region's population; *ii*) The association between occurrences of natural causes and averages of meteorological data (temperature and wind speed), on annual and monthly periods, did not allow for conclusive results. However, analyses of more restrictive scenarios, associating "environmental fires recorded in winter versus rainfall that occurred in certain monthly periods", indicated a close exponential relationship, with higher fire occurrences as precipitation values decreased; and, *iii*) CBMPR incident data need to be continuously used to better understand the events related to them, to improve population response according to the region's demand, based on climatic, anthropological, and geographical aspects of the operational unit.

**Keywords:** Urban and rural incidents; Services; Statistics; Assessment.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 2.1	Registros dos desastres naturais mais recorrentes no Brasil, no período entre 1991 e 2012 .....	16
FIGURA 2.2	Percentual dos desastres naturais mais recorrentes no Estado do Paraná, no período entre 1991 e 2012 .....	17
FIGURA 3.1	Localização do município de União da Vitória - PR .....	24
FIGURA 4.1	Distribuição de frequência da temperatura média do ar entre 2014 e 2022, para a região de União da Vitória - PR: a) Média mensal ( $T_m$ ; °C); e, b) Média anual ( $T_a$ ; °C) .....	29
FIGURA 4.2	Distribuição de frequência da precipitação pluviométrica entre 2014 e 2022, para a região de União da Vitória - PR: a) Média mensal ( $P_m$ ; mm por mês); e, b) Média anual ( $P_a$ ; mm por ano) .....	30
FIGURA 4.3	Distribuição de frequência da velocidade do vento a 10 m de altura, entre 2014 e 2022, para a região de União da Vitória - PR: a) Média mensal ( $u_{10m}$ ; m s <sup>-1</sup> ); e, b) Média anual ( $u_{10a}$ ; m s <sup>-1</sup> ) .....	31
FIGURA 4.4	Distribuição de frequência das ocorrências de eventos de causa natural, atendidas pelo CBMPR na região de União da Vitória - PR, entre 2014 e 2022, agrupadas conforme a periodicidade: a) Anual; e, b) Mensal; e, c) Períodos do dia (madrugada, manhã, tarde e noite) .....	33
FIGURA 4.5	Distribuição de frequência dos incêndios ambientais, atendidos pelo CBMPR na região de União da Vitória - PR, entre 2014 e 2022, agrupados conforme os meses do ano .....	37
FIGURA 4.6	Distribuição de frequência das quedas de árvore, atendidas pelo CBMPR na região de União da Vitória - PR, entre 2014 e 2022, agrupadas conforme: a) Meses; e, b) Anos .....	40
FIGURA 4.7	Análise de regressão linear entre ocorrências anuais atendidas pelo CBMPR e variáveis ambientais da região de União da Vitória - PR, entre 2014 e 2022, sendo: a) Temperatura média anual do ar ( $T_a$ ; °C); b) Precipitação pluviométrica anual ( $P_a$ ; mm por ano); e, c) Velocidade média do vento a 10 m de altura ( $u_{10a}$ ; m s <sup>-1</sup> ) .....	42
FIGURA 4.8	Análise de regressão linear entre ocorrências mensais atendidas pelo CBMPR e variáveis ambientais da região de União da Vitória - PR, entre 2014 e 2022, sendo: a) Temperatura média mensal do ar ( $T_m$ ; °C); b) Precipitação pluviométrica mensal ( $P_m$ ; mm por mês); e, c) Velocidade média mensal do vento a 10 metros de altura ( $u_{10m}$ ; m s <sup>-1</sup> ) .....	43
FIGURA 4.9	Análise de regressão entre precipitação pluviométrica ( $P_m$ ; mm por período) e a frequência das ocorrências de incêndio ambiental atendidas: a) Nos meses do inverno (julho, agosto, setembro); e, b) Mês de dezembro.....	45
FIGURA 4.10	Análise de regressão linear entre a média da precipitação pluviométrica anual ( $P_a$ ; mm por ano) e a frequência das ocorrências atendidas pelo CBMPR (retirando-se os incêndio ambiental), entre 2014 e 2022 .....	46
FIGURA A1.1	Temperatura média diária do ar, para o período anual, no Estado do Paraná .....	59
FIGURA A1.2	Precipitação pluviométrica média (mm), para o período anual, no Estado do Paraná .....	59



**LISTA DE TABELAS**

TABELA 4.1	Ocorrência de eventos de causa natural, atendidas pelo CBMPR, na região de União da Vitória - PR .....	32
TABELA 4.2	Pessoas atingidas por ocorrências de eventos de causa natural, atendidas pelo CBMPR na região de União da Vitória - PR, entre 2014 e 2022 .....	34
TABELA 4.3	Pessoas afetadas por ocorrências de temporais, atendidas pelo CBMPR na região de União da Vitória - PR, entre 2014 e 2022 .....	35
TABELA 4.4	Tipo de estabelecimento atingido por incêndio ambiental na região de União da Vitória - PR, atendida pelo CBMPR entre 2014 e 2022 .....	38
TABELA 4.5	Tipo de estabelecimento atingido por queda de árvore na região de União da Vitória - PR, atendido pelo CBMPR entre 2014 e 2022 .....	39

**LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E UNIDADES**

°C	Graus Celsius;
CBMPR	Corpo de Bombeiros Militar do Paraná;
h	Horas;
m	Metros;
mm	Milímetros;
$P$	Precipitação pluviométrica;
$P_a$	Precipitação pluviométrica anual;
$P_m$	Precipitação pluviométrica mensal;
$R^2$	Coefficiente de determinação;
s	Segundos;
SB	Seção de Bombeiros;
SGBI	Subgrupamento de Bombeiros Independente;
SIMEPAR	Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná;
SYSBM	Sistema de Registro de Ocorrência e Estatística do Corpo de Bombeiros;
$T_a$	Temperatura média anual do ar;
$T_d$	Temperatura média diária do ar;
$T_m$	Temperatura média mensal do ar;
$U_{10}$	Velocidade do vento a 10 metros de altura;
$U_{10a}$	Velocidade média anual do vento, a 10 metros de altura;
$U_{10m}$	Velocidade média mensal do vento, a 10 metros de altura;

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1</b>	<b>Corpo de bombeiro e suas funções .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2</b>	<b>Eventos ambientais de causas naturais .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3</b>	<b>Prevenção e preparação para os eventos ambientais de causa natural .....</b>	<b>19</b>
<b>2.4</b>	<b>Metodologias para diagnóstico e análise de dados de ocorrências e eventos ambientais .....</b>	<b>20</b>
<b>2.5</b>	<b>Tecnologia e inovação aplicadas à prevenção e resposta às ocorrências de desastres naturais .....</b>	<b>22</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>24</b>
<b>3.1</b>	<b>Área de estudo .....</b>	<b>24</b>
<b>3.2</b>	<b>Dados utilizados nas análises .....</b>	<b>25</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Ocorrência natural .....</b>	<b>25</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Climáticos .....</b>	<b>26</b>
<b>3.3</b>	<b>Análise estatística .....</b>	<b>26</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>28</b>
<b>4.1</b>	<b>Frequência das variáveis climáticas em União da Vitória - PR ...</b>	<b>28</b>
<b>4.2</b>	<b>Frequência das ocorrências atendidas pelo CBMPR, em União da Vitória - PR .....</b>	<b>32</b>
<b>4.3</b>	<b>Relação entre “variáveis climáticas e ocorrências atendidas” pelo CBMPR em União da Vitória - PR .....</b>	<b>40</b>
<b>4.4</b>	<b>Considerações gerais .....</b>	<b>49</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>51</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>52</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>52</b>
	<b>APÊNDICE 1 – MÉDIA DIÁRIA DE VARIÁVEIS CLIMÁTICAS, PARA O PERÍODO ANUAL, NO ESTADO DO PARANÁ .....</b>	<b>59</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A trajetória da humanidade é marcada por eventos extremos de origem natural ou de ações humanas. Enchentes, secas, furacões e outros desastres representam não apenas perdas humanas, mas também danos econômicos e ambientais significativos. O aumento dos eventos está fortemente ligado à intervenção humana, como o desequilíbrio populacional nas áreas urbanas, decorrente do crescimento desordenado. A urbanização sem planejamento, associada à dinâmica imobiliária, resulta em desafios como a exclusão social, a degradação ambiental e o agravamento de desastres naturais (Silva, 2016b).

As mudanças climáticas também estão relacionadas com o novo modelo de vida traçado e adotado pela humanidade. O aumento da população, a incidência do efeito estufa e as anomalias climáticas influenciam e potencializam o surgimento de catástrofes naturais, que são mais visíveis e perceptíveis pelo homem na atualidade do que nos tempos passados. Além disso, as consequências das catástrofes naturais são de maior gravidade na atualidade para a população atingida (Silva, 2016b).

A região do município de União da Vitória, situado no sudeste do Paraná e delimitada pelo rio Iguaçu, é propensa à ocorrência de eventos ambientais como cheias, enchentes, tempestades e fenômenos correlatos. Os eventos, predominantemente de natureza climática e antropológica, muitas vezes não podem ser evitados. Assim, tentativas de reduzir seus impactos por meio da análise e interpretação de dados correlatos podem possibilitar decisões mais eficazes por parte da administração local (Steffen e Gomes, 2018).

Diante dos desafios emergentes, é crucial que o Corpo de Bombeiros Militar, instituição fundamental para colaboração com os órgãos de Defesa Civil, aprimore continuamente suas ações de resposta. O aprimoramento requer especialização e eficácia crescentes para lidar com a variedade de situações emergenciais, assegurando a proteção e assistência à comunidade de forma ágil e apropriada (Silva, 2016a).

A análise de séries de dados históricos melhora as tomadas de decisões nas ocorrências do Corpo de Bombeiros Militar, possibilitando a identificação de padrões em diversos aspectos, como condições climáticas, sazonalidade, características do ambiente físico e especialização dos respondentes. A identificação de tendências e padrões torna possível antecipar os recursos necessários, permitindo que o comandante do incidente concentre sua atenção nos aspectos que se destacam fora do padrão típico daquela ocorrência (Moreira, 2020).

Diante do contexto apresentado, teve-se por objetivo no presente trabalho diagnosticar (levantar, organizar, classificar) e analisar as ocorrências de causa natural (incêndio ambiental, alagamento, desabamento, deslizamento, queda de árvore, destelhamento, vendaval e/ou tempestade e erosão continental) atendidas pelo Corpo de Bombeiros Militar do Paraná (CBMPPR), especificamente do município de União da Vitória, pertencente à 3ª Seção de Bombeiros (SB) do 10º Subgrupamento de Bombeiros Independente (SGBI), bem como associar o tipo/causa das ocorrências ao longo do ano (diária, mensal, estacional e anual) com os aspectos ambientais e climatológicos da região.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Corpo de bombeiros e suas funções**

Na história do Brasil, o Corpo de Bombeiros foi oficialmente instituído em 2 de julho de 1856, no Decreto Imperial n. 1.775, assinado pelo Imperador Dom Pedro II, sob o nome de Corpo Provisório de Bombeiros da Corte, cujo primeiro titular e organizador foi o Almirante Joaquim José Inácio. A partir de 1881, seus membros passaram a adotar uma estrutura hierárquica militarizada por meio do Decreto n. 8.337, de 17 de Dezembro, autorizando o governo a empregar o efetivo em caso de guerra, como Corpo de Sapadores ou Pontoneiros (CBMGO, 2016).

No Paraná, os serviços do Corpo de Bombeiros tiveram o seu início contra incêndios na cidade de Curitiba. Com uma sociedade de bombeiros voluntários, a “Sociedade Teuto-Brasileira de Bombeiros Voluntários” foi fundada em 1897 (VAN HERVEN, 1954).

“A simpática associação, por disposições estatutárias, destinava-se a oferecer voluntariamente e na possibilidade dos seus recursos os meios para a extinção de incêndios, evitar sua propagação aos prédios vizinhos aos sinistrados e promover a salvação física e material dos que fossem vitimados por esse elemento destruidor que é o fogo” (Van Erven, 1954, p.19).

Após um período de 15 anos do seu início, o processo de institucionalização do Corpo de Bombeiros Militar do Paraná ocorreu com a promulgação da Lei nº 1.133, de 23 de março de 1912, sob o encargo do então Presidente da Província Paranaense, Carlos Cavalcanti de Albuquerque. Na sequência, no dia 8 de outubro de 1912, após a leitura da primeira ordem do dia, realizada pelo Comandante da corporação, Major Fabriciano do Rego Barros, efetivou-se a instauração formal do Corpo de Bombeiros no Paraná (CBMPR, 2021).

A instituição foi estruturada contendo um Estado maior, um Estado menor e duas Companhias, compondo 100 bombeiros no efetivo. O primeiro quartel de Bombeiros no Paraná foi fundado em Curitiba, no dia 14 de julho de 1914. Posteriormente, a entrada na Corporação passou a ocorrer por meio de concursos públicos, não mais sendo voluntária (Van Erven, 1954).

Atualmente, a instituição encontra-se dividida em unidades distribuídas ao longo do território paranaense. Ao todo, existem 12 Grupamentos e seis Subgrupamentos independentes, sediados estrategicamente nas principais cidades do Estado, possibilitando o atendimento a mais de 70% dos cidadãos paranaenses, em 68 municípios do Estado (CBMPR, 2021).

Compete ao Corpo de Bombeiros Militar, conforme estabelecido na Constituição do Estado do Paraná:

“A coordenação e a execução de atividades de defesa civil, o exercício do poder de polícia administrativa referente à prevenção a incêndios e desastres, o combate a incêndio e a desastres, a prevenção de acidentes na orla marítima e fluvial, buscas, salvamentos, socorros públicos e o atendimento pré-hospitalar, além de outras atribuições definidas em lei” (Paraná, 1989, art. 48a).

Existem também outras atividades previstas na Constituição Federal e na lei de organização básica, que regulamentam e trazem atribuições e responsabilidades ao serviço bombeiro militar no estado do Paraná (Ferreira, 2023).

## **2.2 Eventos ambientais de causa natural**

Kobiyama et al. (2006) consideram que inundações, deslizamentos, secas, furacões, entre outros eventos, constituem fenômenos naturais intensos, fortemente influenciados pelas características regionais, como rocha, estrutura do solo, topografia, vegetação e condições meteorológicas. São classificados como “desastres naturais” os fenômenos intensos que ocorrem em áreas habitadas, resultando em danos materiais, humanos e prejuízos socioeconômicos.

Conforme definição de Castro (1998), os desastres consistem no resultado de eventos adversos, de ocorrência natural ou antropológica, sobre o ecossistema vulnerável. Tais eventos trazem prejuízos humanos, ambientais e/ou naturais, ocasionando impactos econômicos e sociais.

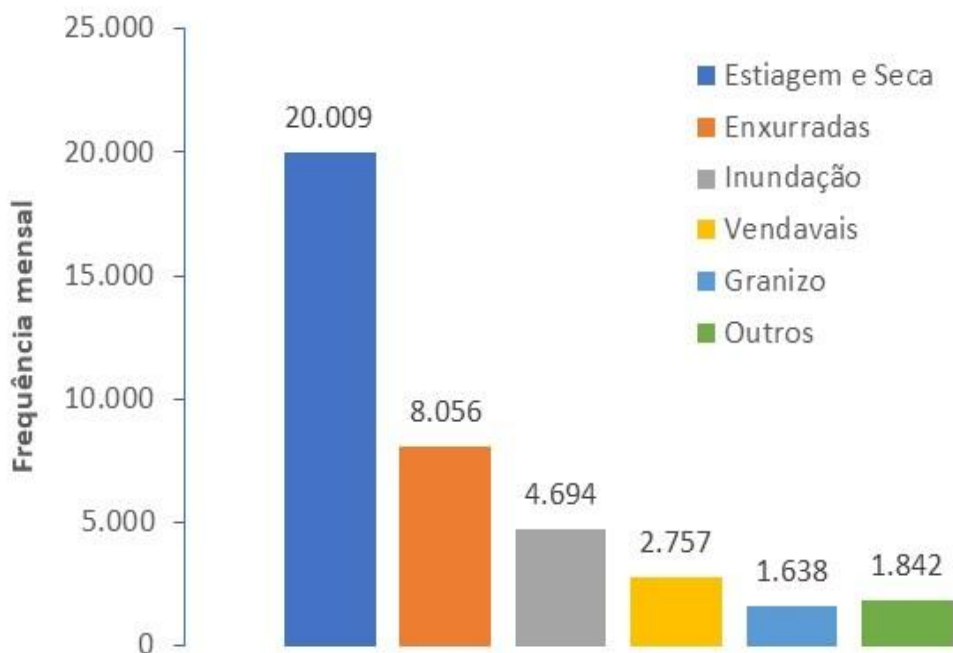
Os desastres naturais são classificados conforme a sua origem, sendo eles: relacionados com a geodinâmica terrestre externa, relativos a fenômenos meteorológicos; e, os relacionados com a dinâmica terrestre interna, relativos a fenômenos tectônicos. Logo, os desastres são produzidos por fenômenos e desequilíbrios da natureza. Entretanto, existe também a tendência mais atual de considerar (em sua grande maioria) os desastres como mistos, resultando de fenômenos naturais com atividades humanas (Castro e Calheiros, 2007).

Atividades resultantes de ações antrópicas inadequadas ajudam a intensificar os desastres. Kobiyama et al. (2006) observaram que emissão de gases nocivos, retirada da mata ciliar, assoreamento dos rios, impermeabilização do solo e ocupação desordenada de encostas íngremes podem proporcionar desastres consequentes, como as chuvas ácidas, inundações e escorregamentos. As mudanças climáticas também estão cada vez mais perceptíveis, contribuindo para a maior frequência e intensidade dos eventos extremos nos últimos anos (Soek e Mendonça, 2020). Freitas et al. (2014) relataram que cerca de 98% dos desastres ocorridos no Brasil entre 1991 e 2010 estavam diretamente relacionados à

variabilidade de eventos geológicos e meteorológicos, ligados a mudanças climáticas e ambientais, como o aquecimento global.

No “Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2012” (UFSC, 2013) é possível verificar a recorrência e os percentuais dos desastres naturais ocorridos em 22 anos, em todo território brasileiro. Conforme apresentado na FIGURA 2.1, as estiagens e secas relacionadas à redução das precipitações e ao déficit hídrico foram os tipos de desastres mais frequentes no Brasil, equivalendo a 51% do total de desastres registrados, sendo um dos maiores problemas verificados em todo o território nacional. As enxurradas são a segunda categoria de maior ocorrência, correspondendo a 20% dos desastres totais. Inundações, relacionadas às cheias dos rios, constituem a terceira tipologia mais recorrente no Brasil, equivalente a 12% do total de desastres (UFSC, 2013).

FIGURA 2.1 – Registros dos desastres naturais mais recorrentes no Brasil, no período entre 1991 e 2012.

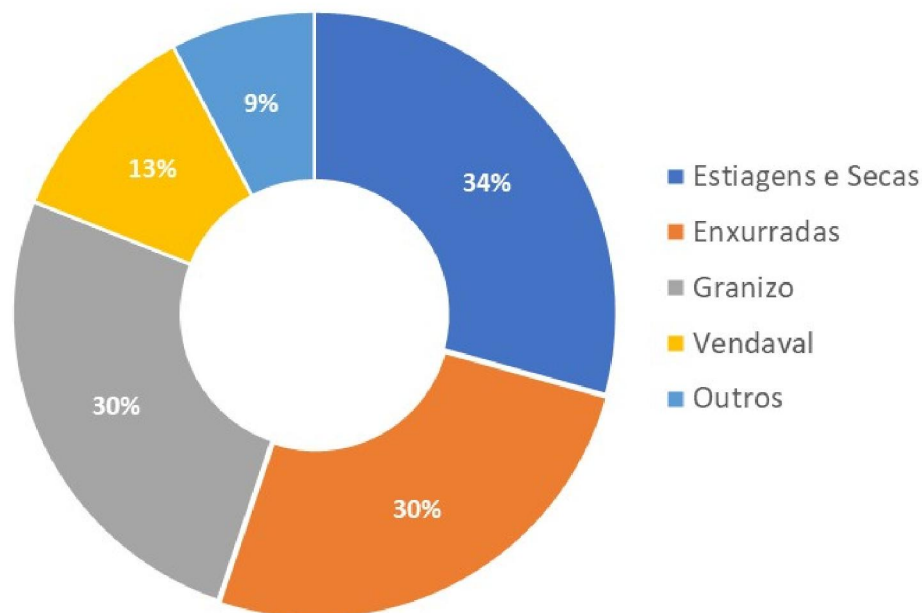


Fonte: Adaptado de UFSC (2013, p.118)



Em cada região do Brasil há percentuais distintos para as tipologias de desastres mais recorrentes. A região Sul é historicamente marcada pela ocorrência de grandes desastres, associada à frequência e variedade de eventos adversos, somando 2.465 ocorrências entre 1991 e 2012, inclusive de fenômenos atípicos como no caso do Furacão Catarina, de 2004. Na região Sul prevalece os eventos relacionados ao regime pluviométrico, tendo estiagem e secas como tipo mais recorrente, seguidas das enxurradas e dos vendavais. O Sul também apresenta registros significativos de ocorrências envolvendo precipitações de granizos e inundações (UFSC, 2013). Na FIGURA 2.2 encontram-se os desastres naturais mais recorrentes no Estado do Paraná, no período entre 1991 e 2012.

FIGURA 2.2 – Percentual dos desastres naturais mais recorrentes no Estado do Paraná, no período entre 1991 e 2012.



Fonte: Adaptado de UFSC (2011, p.69)

Os eventos naturais causam danos à população recorrentemente, de forma direta ou indireta, gerando impactos à saúde humana, ao patrimônio e ao meio ambiente. Freitas et al. (2014) destacaram que os impactos proporcionam danos de curto a longo prazo, dependendo do evento e da vulnerabilidade socioambiental da região afetada.

No curto prazo, nos impactos à saúde da população, tem-se verificado o aumento nos registros de feridos, assim como nas ações de busca, resgate e cuidados de urgência. Em seguida, nas semanas seguintes surgem doenças transmissíveis, como leptospirose e diarreias. No período mais longo, abrangendo meses e anos, os impactos na saúde se relacionam principalmente a doenças não transmissíveis, como transtornos psicossociais, desnutrição e agravamento de doenças crônicas (Freitas et al., 2014).

Os danos causados por desastres naturais envolvem perdas significativas na agricultura, incluindo pastagens, gados e colheitas, causando prejuízos aos agricultores e afetando o abastecimento de alimentos. Os eventos também resultam em problemas de abastecimento de água, energia elétrica e medicamentos, o que pode agravar problemas de saúde. Além disso, desastres naturais causam desequilíbrios ambientais, como ressecamento de rios, erosão do solo e incêndios florestais, afetando a fauna e o meio ambiente (UFSC, 2013).

Em 1963 o Estado do Paraná apresentou inúmeros focos de incêndios simultâneos em seu território. Entre agosto e setembro de 1963 foram registrados incêndios em 128 municípios paranaenses, abrangendo área de 21.000 km<sup>2</sup>, que atingiu casas, sítios, lavouras e reservas florestais, gerando prejuízos econômicos e sociais em todo Estado. O combate ao fogo foi dificultado pela velocidade de avanço das frentes de focos do incêndio e elevada temperatura das chamas, que impossibilitavam o combate direto, sendo realizado apenas o trabalho de prevenção (Paixão e Priori, 2011).

Paixão e Priori (2011) consideraram as condições climáticas de 1963 como as principais causas do desastre ambiental. O ano de 1963 foi marcado por estiagem prolongada desde o início do ano (janeiro) e ocorrência de fortes geadas que ressecaram a vegetação dos campos no início de agosto. As condições desfavoráveis e ambiente vulnerável propiciaram a utilização do tradicional método de queimada dos campos no final de agosto, utilizado como manejo do solo na época. O fogo, que inicialmente estava sob controle, se alastrou devido à ação dos ventos nas fagulhas, espalhando as chamas para as vegetações próximas, resultando no incêndio ambiental.

O evento de inundação ocorrido em União da Vitória-PR em 1983, também foi outro desastre ambiental que teve impacto expressivo na população paranaense. Os 800 mm de chuvas ocorridos em julho de 1983 equivaleram a seis meses de precipitação pluviométrica média para o mesmo período. As águas do rio Iguaçu cobriram a cidade, subindo o nível do rio entre 2,50 m e 10,42 m, forçando os habitantes a deixarem suas casas.

Entre 1992 e 2014 ocorreram 20 inundações em União da Vitória, sendo duas situações de emergência em 2009 e 2013, e um estado de calamidade pública em 2014 (Ferentz e Garcias, 2020). Em 2023 as inundações em União da Vitória se repetiram, sendo decretado estado de calamidade pública pelo município. O evento foi caracterizado por uma intensa precipitação de 120 mm ao longo de 36 minutos. As fortes chuvas ainda persistiram no decorrer de outubro, resultando na elevação do rio Iguaçu, chegando a 8,08 m, inundando diversos bairros do município. Como consequência 8.209 pessoas foram atingidas direta e indiretamente (Paraná, 2023b).

### **2.3 Prevenção e preparação para os eventos ambientais de causa natural**

Evitar a ocorrência de desastres de causa natural está além do controle humano. Contudo, por meio da prevenção e preparação é possível elaborar estratégias para mitigar os impactos resultantes desses eventos. Castro (1998) considera que a prevenção de desastres consiste no conjunto de ações formuladas para reduzir a ocorrência e intensidade dos eventos, que podem ser naturais ou antrópicos. A prevenção compreende a avaliação e a redução de riscos de desastres com medidas estruturais e não estruturais, baseando-se em análises de riscos, ameaças e vulnerabilidades.

Conforme Kobayama et al. (2006), as medidas para evitar a ocorrência de desastres podem ser “estruturais” e “não estruturais”. As medidas estruturais consistem na realização de obras de engenharia e empreendimentos complexos envolvendo estudos em áreas multidisciplinares, como a construção de barragens, diques, o alargamento de rios e projetos de reflorestamento. As medidas não estruturais consistem em ações de planejamento de gestão e tomada de decisão,

tais como a implementação de sistemas de alerta e o estabelecimento de zoneamentos ambientais.

Castro (1998) descreveu que a preparação para desastres consiste no conjunto de ações desenvolvidas pelas instituições governamentais e não governamentais, voltadas a difusão de conhecimentos técnicos científicos e a capacitação de recursos humanos, permitindo minimizar o risco e otimizar as ações de resposta e reconstrução. O programa de preparação envolve a atualização das legislações, recursos humanos, interação constante com a comunidade, educação e treinamento das populações vulneráveis, e a organização da cadeia de comando, permitindo melhor resposta em momentos de crise.

Kobiyama et al. (2004) ressaltaram que as atividades de pré-evento, que associam ações de preparação e prevenção, englobam a integração de ações governamentais, não governamentais e individuais. Os autores definem as responsabilidades de cada órgão em diversas fases do evento, sendo distribuído entre a comunidade, universidade e poder público. Em destaque para as ações individuais, está o reconhecimento das áreas de risco e vulnerabilidade da região, o recebimento de informações junto aos órgãos, como alertas e avisos, e a participação em treinamentos e atividades voluntárias.

#### **2.4 Metodologias para diagnóstico e análise de dados de ocorrências e eventos ambientais**

Ferreira (2023), analisando ocorrências de incêndios florestais no Paraná, utilizou séries de ocorrências atendidas pelo CBMPR, banco de dados de estações meteorológicas e referências bibliográficas. A organização, compatibilização e análise dos dados foi realizada com o auxílio de planilha eletrônica, e *softwares* estatístico (JAMOVI) e de geoprocessamento (QGIS). As fases metodológicas realizadas pelo autor no levantamento e análise dos dados consistiram na remoção de erros e vazios, correlação de variáveis físicas e meteorológicas com os registros de área queimada, e comparação das médias dos registros de área queimada com a produção alcançada, registrada em cartas geográficas e estatísticas descritivas. As informações provenientes das séries de ocorrências atendidas pelo CBMPR também

foram relacionadas com dados de outras fontes, como: ocorrências do Sistema Informatizado de Defesa Civil (SISDC); dados geográficos do Instituto Água e Terra (IAT); dados meteorológicos e hidrológicos do Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná (SIMEPAR); entre outras. Procedimentos de filtragem e seleção das variáveis meteorológicas e ocorrências atendidas também foram realizados, para possibilitar avaliações abrangentes de todo o conjunto de informações disponíveis. De acordo com o autor, a metodologia adotada possibilitou análise mais detalhada da dinâmica dos incidentes e sua correlação com os dados climatológicos para a região de interesse.

A metodologia utilizada por Ferreira (2023) constituiu um conjunto de dados completo e representativo, que permitiu a identificação de padrões, tendências e fatores de risco associados às ocorrências de eventos naturais. Para isso, foram realizados testes estatísticos de normalidade (Shapiro-Wilk), Pearson e Spearman. A ANOVA e teste de Tukey permitiram verificar a diferenciação dos dados em classes. Nas análises, o autor destacou a importância da abordagem multidisciplinar, baseada em evidências para compreender e enfrentar eficazmente os desafios relacionados aos incêndios ambientais.

As ocorrências resultantes de eventos ambientais, atendidas pelo CBMPR, podem ser classificadas quanto à tipologia e origem. Na tipologia tem-se os desastres: naturais, provocados por fenômenos e desequilíbrios da natureza; humanos ou antropogênicos, provocados pelas ações e/ou omissões humanas, desencadeadoras de desajustes econômicos, sociais e políticos, que interferem nos padrões de segurança coletiva gerando desequilíbrios ambientais; e, mistos, quando atividades humanas contribuem para ocorrências de desastres e os desastres contribuem para o agravamento de situações ambientais inicialmente deterioradas pelos seres humanos (Castro, 2003).

Tominaga et al. (2009) consideraram que a combinação de condições meteorológicas de determinada região geralmente é responsável pela ocorrência de desastres naturais. Assim, dependendo da magnitude do evento climático ou meteorológico, desastres podem ser desencadeados. A precipitação pluviométrica pode proporcionar deslizamentos de terra e inundações, e os vendavais podem proporcionar destelhamentos e queda de árvores. Os autores descrevem que é

fundamental examinar a dinâmica dos processos atmosféricos e meteorológicos, para se ter a compreensão mais aprofundada dos desastres ambientais e de suas causas, o que envolve a análise das diversas condições climáticas da região.

## **2.5 Tecnologia e inovação aplicadas à prevenção e resposta às ocorrências de desastres naturais**

Reis et al. (2011) consideram que diversas ferramentas de tecnologia da informação podem ser utilizadas para o monitoramento e gestão de riscos de desastres ambientais. São ferramentas que agilizam e possibilitam a organização e sistematização dos dados, criação de modelos de cenários de risco, e aquisição e cruzamento automatizado de dados de sensores em tempo real.

Para o monitoramento dos eventos ambientais e desastres, a Proteção e Defesa Civil do Paraná utiliza “Formulários de Informação dos Desastres (FIDE)”. Nos formulários são armazenadas informações sobre os fenômenos que ocorrem em determinada região, localidade e caracterização dos danos e prejuízos (Ferentz e Garcias, 2020). Os planos de contingência são importantes instrumentos empregados como medida emergencial e preventiva durante a ocorrência de eventos (Tominaga et al., 2009).

Outros sistemas também são utilizados para previsão, monitoramento e alerta das condições ambientais favoráveis à ocorrência de desastres. Os principais órgãos de monitoramento do Governo Federal são: Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD); Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC); Instituto Nacional de Meteorologia (INMET); Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN); Serviço Geológico do Brasil (CPRM); Agência Nacional de Água e Saneamento Básico (ANA); e, a Rede Sismográfica Brasileira (Brasil, 2021).

Os sistemas de alerta e monitoramento têm como objetivo antecipar notificações sobre possíveis desastres em áreas específicas, preparando a população local para reagirem de forma mais eficaz à resposta ao evento (Ferentz, 2021).

Almeida et al. (2019), realizando estudo em parceria com a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), o Corpo de Bombeiros e a Defesa Civil do Estado do Paraná, desenvolveram um sistema voltado à prevenção de ocorrências de desastres de causas naturais. O sistema consistiu na realização de um aplicativo, que por meio da geolocalização do dispositivo do usuário, envia instantaneamente alertas relativos a eventos climatológicos adversos previamente identificados. As informações do aplicativo permitem que os usuários fiquem cientes de situações futuras, contribuindo para o aumento da segurança e redução de possíveis danos à população. Com a implementação do sistema e aplicativo, o Estado do Paraná tornou-se pioneiro nesse tipo de prevenção no território brasileiro.

O Corpo de Bombeiros Militar do Paraná (CBMPR), com o suporte do Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná (SIMEPAR), iniciou em 2023 a operação Quati João – Prevenção e Combate a Incêndio Florestal. Em seu quarto ano consecutivo, a operação tem como objetivo a prevenção, preparação e resposta a incêndios florestais no Estado do Paraná (Paraná, 2023a). A campanha de campo e programa de conscientização buscam orientar a população sobre os riscos e impactos dos incêndios florestais para o meio ambiente e a comunidade. Entre as ações, destaca-se a distribuição de materiais educativos, orientando como agir ao identificar um foco de incêndio. O SIMEPAR colabora fornecendo informações técnicas sobre climatologia e tempo, contribuindo para as estratégias de prevenção e atuação em situações de emergência (Paraná, 2023a).

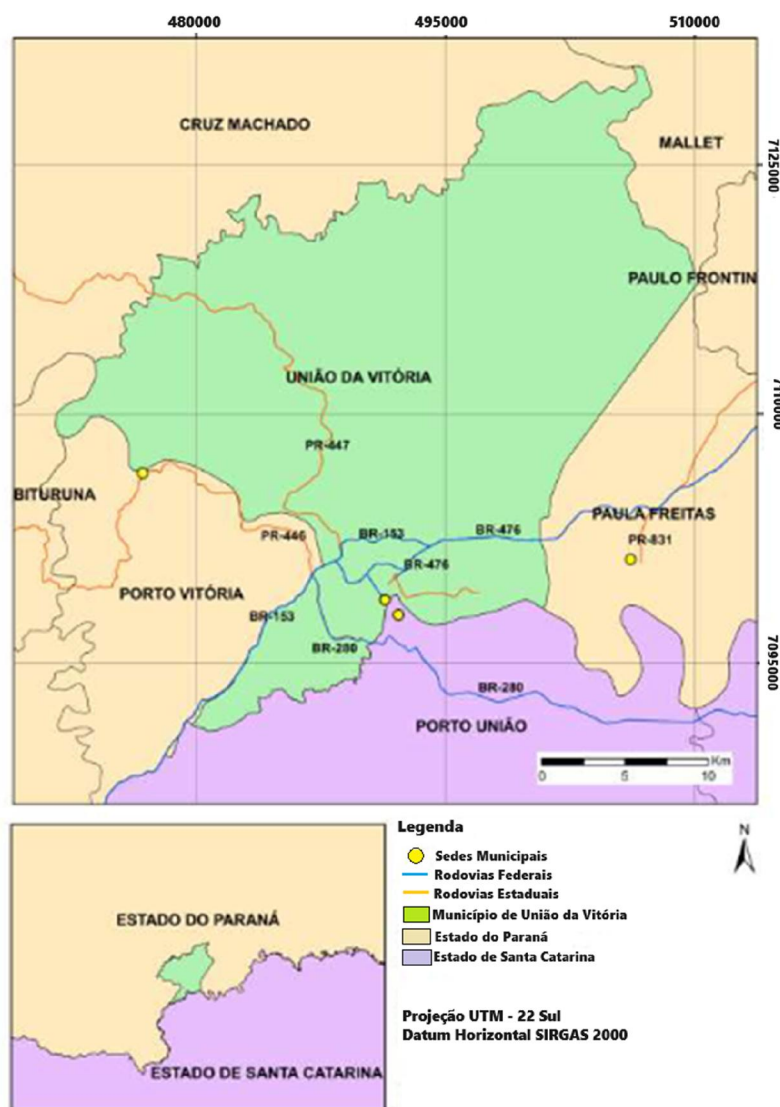
O novo Projeto de Lei nº 702/2023, proposto em Agosto de 2023 pelo Poder Executivo visa o atendimento a ocorrências. O Projeto de Lei propõe o “Programa Bombeiro Integrado” para permitir a colaboração entre o Corpo de Bombeiros Militar e os agentes de defesa civil municipais. As ações se aplicarão às atividades da corporação em serviços de combate à incêndios, prevenção em eventos públicos, resgates e primeiros socorros. Cidades menores poderão ter extensões do serviço, incluindo “Brigadas Comunitárias” ou “Unidades Integradas”, formadas por bombeiros e agentes de defesa civil, para efetuarem a primeira resposta em situações de emergência, visto que o tempo de atendimento de uma ocorrência é determinante para a sua efetividade (Paraná, 2023c).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudo

O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi realizado seguindo a linha de pesquisa (diagnóstico e análise de dados) da <sup>®</sup>M Plataforma Moretti, tendo como apoio o Laboratório de Modelagem de Sistemas Agrícolas / DSEA / SCA / UFPR. O estudo realizado levantou e utilizou dados do município de União da Vitória, que está localizada no limite sul do Estado do Paraná, em território que abrange área de 719 km<sup>2</sup> (FIGURA 3.1).

FIGURA 3.1 – Localização do município de União da Vitória - PR.



Fonte: União da Vitória (2020)



O município de União da Vitória está situado nas proximidades do rio Iguaçu e faz parte da Microregião do Médio Iguaçu, com suas coordenadas geográficas de 26°13'44" de latitude Sul, 51°04'58" de longitude Oeste e 752 m de altitude. O clima predominante é do tipo subtropical úmido, de acordo com a classificação de Köeppen. A média mensal de precipitação fica em torno de 140 mm, sendo verão o período mais chuvoso, porém sem período estacional definido (seco ou chuvoso), totalizando aproximadamente 1.380 mm anuais de chuva. A temperatura média ao longo do ano é de 23,3 °C, com fevereiro sendo o mês mais quente e julho o mais frio (Hort, 1990).

## **3.2 Dados utilizados nas análises**

### **3.2.1 Ocorrência natural**

As séries de dados de ocorrências natural utilizadas são do “Sistema de Registro de Ocorrências e Estatística (SYSBM), sistema fechado de uso privativo da corporação, provenientes do CBMPR. Entretanto, o sistema tem sua versão aberta, com dados mais limitados ao público, denominada “SYSBM Imprensa”. Os registros obtidos foram especificamente do município de União da Vitória, pertencente à 3ª Seção de Bombeiros (SB), do 10º Subgrupamento de Bombeiros Independente (SGBI).

As ocorrências atendidas pelo CBMPR são registradas no SYSBM, por um despachante, que atende as ligações realizadas para o número de telefone 193, e se comunica diretamente com o solicitante. Durante o atendimento, são coletadas informações essenciais, como a natureza da ocorrência, local, contato e nome do solicitante. Após o atendimento, é gerado o Registro Geral de Ocorrência, no qual o militar presente descreve a situação no local, as ações realizadas, os danos e as pessoas envolvidas.

A série compreendeu o intervalo de nove anos, entre janeiro de 2014 e dezembro de 2022. Considerou-se como ocorrência natural os atendimentos ou registros que tiveram como causa incêndio ambiental, alagamento, desabamento, deslizamento, queda de árvore, destelhamento, vendaval e/ou tempestade e erosão continental.

Os dados utilizados para a análise foram a natureza da ocorrência, localização (bairro), data da solicitação (dia e horário), tipo de estabelecimento afetado pela ocorrência, ações realizadas na ocorrência, danos, causas observadas e tempo de intervenção da guarnição no local da ocorrência.

### 3.2.2 Climáticos

Os dados ambientais da região, especificamente as medições de precipitação pluviométrica, são das séries históricas provenientes da estação meteorológica do Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná (SIMEPAR), localizada em União da Vitória, identificada com o Código 26145103. A estação está geograficamente situada nas coordenadas 26°13'41" de latitude Sul, 51°04'05" de longitude Oeste e 756,53 m altitude. A gestão e operação da estação é de responsabilidade do SIMEPAR.

Nas análises foram utilizados dados climáticos diários coletados entre 01/01/2014 e 01/12/2022, disponibilizados diretamente pelo SIMEPAR, como: temperatura média diária do ar ( $T_d$ ; °C); precipitação pluviométrica ( $P$ ; mm por período); e, velocidade do vento a 10 metros de altura ( $u_{10}$ ; m s<sup>-1</sup>). Os dados climáticos foram trabalhados e obteve-se: Temperatura média mensal ( $T_m$ ) e anual ( $T_a$ ) do ar; Precipitação pluviométrica média mensal ( $P_m$ ) e anual ( $P_a$ ); e, Velocidade média mensal ( $u_{10m}$ ) e anual ( $u_{10a}$ ) do vento.

### 3.3 Análise estatística

Os dados das séries de ocorrência natural e climáticos, levantados no SYSBM e disponibilizados pelo SIMEPAR, respectivamente, foram organizados, classificados e analisados em planilha eletrônica. Foram realizadas filtragens para viabilizar avaliações abrangentes de todo o conjunto de informações disponíveis.

Na análise das variáveis meteorológicas, as avaliações concentraram-se na determinação de medidas de tendência (médias). Os dados foram trabalhados utilizando-se a ferramenta filtro de uma planilha eletrônica (por ano e mês), para cada variável climática analisada, calculando-se as médias aritméticas mensais

(para cada ano) e anuais, de cada ano. Posteriormente, para as séries de médias mensais e anuais de cada variável climática, calculou-se a média geral mensal de cada mês e ano, considerando o período de nove anos (série diária entre 2014 e 2022). As médias mensais e anuais obtidas para cada variável analisada foram dispostas em gráficos de barra, permitindo a identificação de tendências e eventos atípicos nos dados analisados. Os dados também foram analisados conforme as estações do ano, que foram consideradas ocorrendo nos períodos: primavera, entre 23 de setembro e 22 de dezembro; verão, entre 22 de dezembro e 21 de março; outono, entre 21 de março e 21 de junho; e, inverno, entre 21 de junho e 23 de setembro. As temperaturas médias do ar e precipitações pluviométricas foram comparadas às normas climatológicas (médias anuais) de uma série histórica de 40 anos (entre 1976 e 2015), para verificar períodos com valores acima ou abaixo da Normal da região.

A série de ocorrências obtidas do SYSBM foram individualmente interpretadas e tiveram os dados de interesse extraídos. Posteriormente, os dados foram digitados, tabulados e estruturados em planilha eletrônica, sendo classificados e analisados por categorias de ocorrência. Os registros foram segmentados e filtrados conforme informações da ocorrência: ano; horário da solicitação; mês; localidade afetada; e, tempo de intervenção da equipe. As frequências de cada segmento de dados foram apresentadas em gráficos e tabelas, permitindo a observação da distribuição temporal e das tendências dos dados ao longo do período analisado.

Quando necessário, utilizou-se distribuição de frequência apresentadas em gráficos de barras. As análises estatísticas associando dados “climáticos *versus* informações de ocorrências naturais” consistiram na realização de diagramas de dispersão, análises de regressão linear e cálculo do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) (Souza, 2018).

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_{i.estimada} - \bar{Y}_{observada})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_{i.observada} - \bar{Y}_{observada})^2}$$

$R^2$  – coeficiente de determinação (adimensional);  $Y_{i.observada}$  –  $i$ -ésimo valor da variável observada (unidade da variável);  $\bar{Y}_{observada}$  – média dos valores da variável observada (unidade da variável) no período analisado;  $Y_{i.estimada}$  –  $i$ -ésimo valor da

variável estimada com o modelo testado (unidade da variável);  $n$  – número de pares de valores associados na análise (adimensional).

O  $R^2$  quantifica quanto da variação total pode ser explicada pela dependência entre as variáveis, indicando a porcentagem da variação em  $Y$  que foi explicada pela variação ou mudança de  $X$ . O coeficiente tem valor compreendido entre 0 e 1, e a qualidade do ajuste é maior quanto mais  $R^2$  se aproximar de 1 (Souza, 2018).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

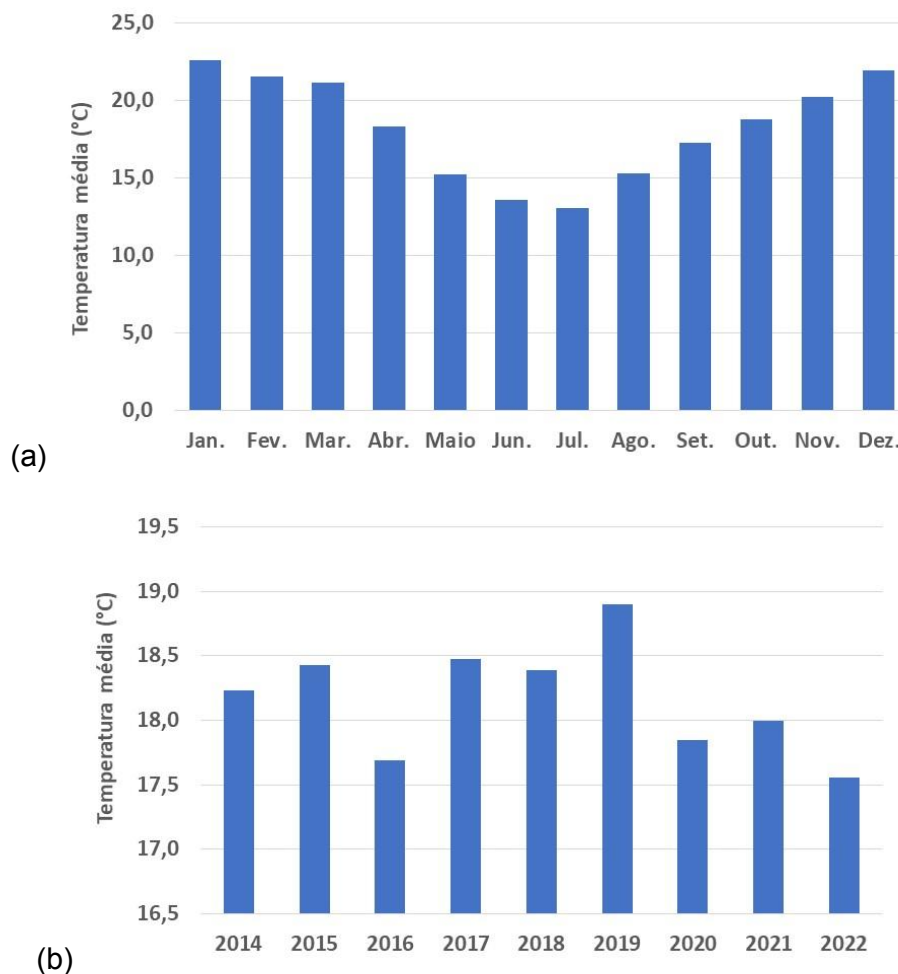
### 4.1 Frequência das variáveis climáticas em União da Vitória - PR

No presente estudo, conforme séries de dados levantada no CBMPR, foram avaliadas apenas as variáveis climáticas que mais contribuíram para as ocorrências naturais na região avaliada, como a temperatura média do ar, precipitação pluviométrica e velocidade do vento a 10 m de altura.

Na FIGURA 4.1 encontra-se a tendência mensal ( $T_m$ ) e anual ( $T_a$ ) das temperaturas do ar. As  $T_m$  mensais tiveram tendência bem definida, sendo que os maiores valores ocorreram entre o final da primavera (22 °C), verão (21 °C) e início do outono (18 °C), e menores entre o final do outono (13 °C), inverno (15 °C) e início da primavera (17 °C). As  $T_m$  mensais variaram entre 13 °C (Julho) e 22 °C (Janeiro). As  $T_a$  anuais variaram entre 17 °C (2022) e 19 °C (2019).

A Normal da temperatura média diária do ar ( $T_d$ ), para o período anual no Estado do Paraná (FIGURA A1.1; IAPAR, 2019), indicou para a região de União da Vitória médias entre 17,1 °C e 18 °C. A média da  $T_a$  anual obtida no presente trabalho foi de 18,1 °C, com o maior (18,8 °C) e menor (17,6 °C) valor ocorrendo em 2019 e 2022, respectivamente (FIGURA 4.1b).

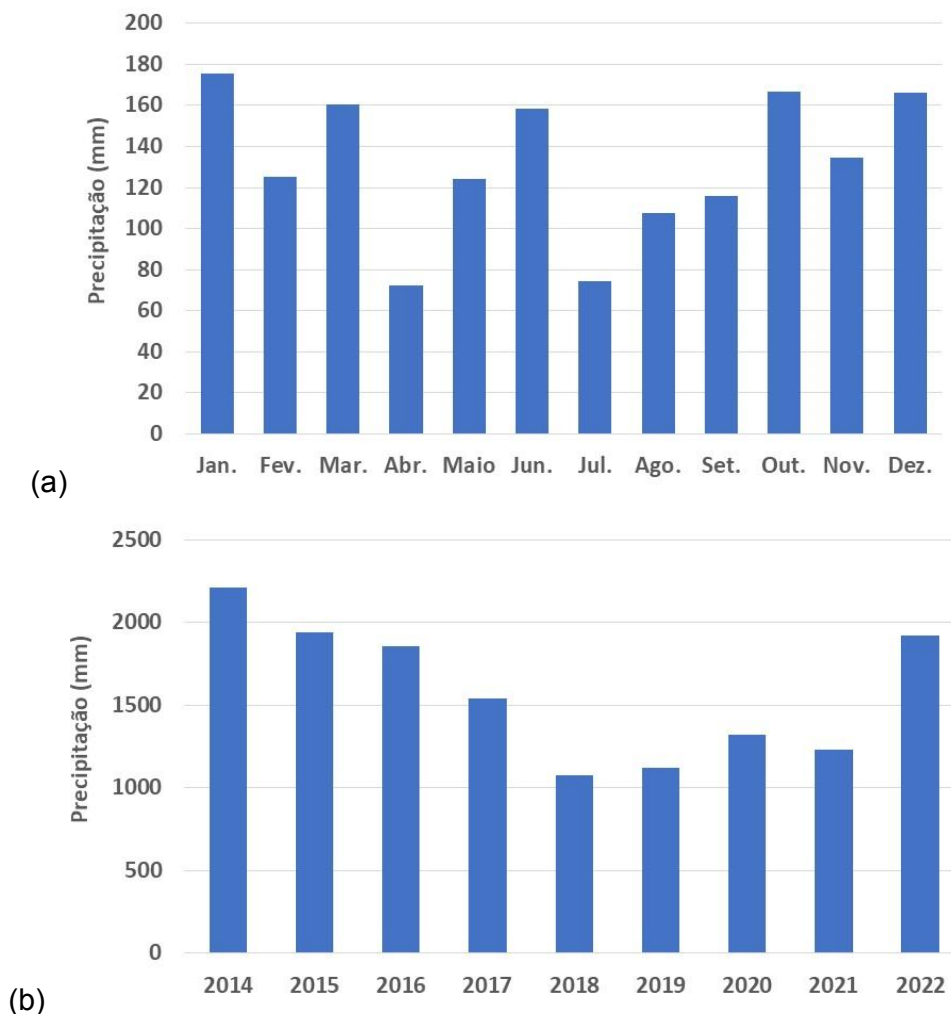
FIGURA 4.1 – Distribuição de frequência da temperatura média do ar entre 2014 e 2022, para a região de União da Vitória - PR: a) Média mensal ( $T_m$ ; °C); e, b) Média anual ( $T_a$ ; °C).



Fonte: O Autor (2023)

As precipitações pluviométricas ( $P$ ; mm por período) mensal ( $P_m$ ) e anual ( $P_a$ ) resultaram da soma da lâmina de água precipitada diariamente em União da Vitória, em cada período considerado. Em média, janeiro (175 mm) e abril (72 mm) foram os meses com maior e menor  $P_m$  mensal em União da Vitória, respectivamente (FIGURA 4.2a). De forma geral, o inverno mostrou-se o período mais seco, mas não houve tendência bem definida. A  $P_a$  anual teve tendência bem definida, decrescendo entre 2014 e 2018, e ascendendo entre 2018 e 2022 (FIGURA 4.2b). Os anos com maior e menor  $P_a$  anual foram 2014 (2211 mm) e 2018 (1078 mm), respectivamente.

FIGURA 4.2 – Distribuição de frequência da precipitação pluviométrica entre 2014 e 2022, para a região de União da Vitória - PR: a) Média mensal ( $P_m$ ; mm por mês); e, b) Média anual ( $P_a$ ; mm por ano).



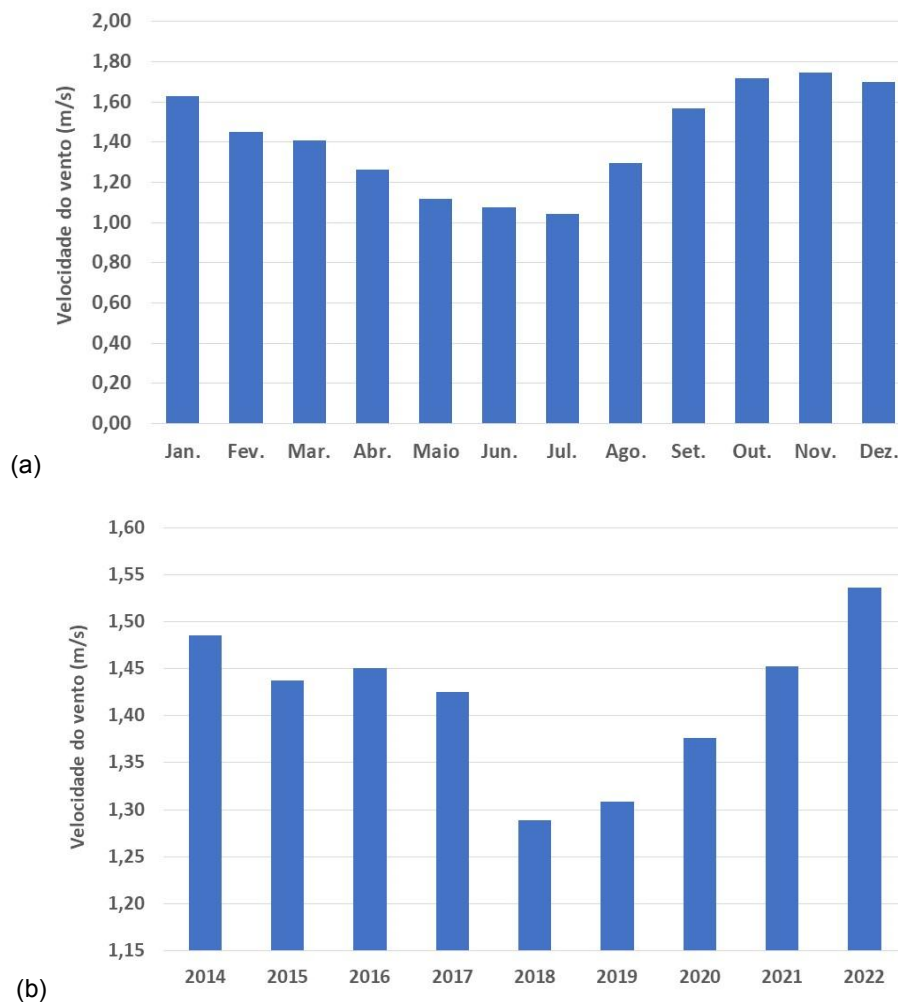
Fonte: O Autor (2023)

Os valores Normais da precipitação anual na região de União da Vitória (FIGURA A1.2; IAPAR, 2019) ficam predominantemente entre 1.600 e 1.800 mm. No período analisado no presente trabalho verificou-se precipitações pluviais inferiores à Normal, entre 2017 e 2021, e superiores entre 2014 e 2016 e em 2022 (FIGURA 4.2b).

A velocidade dos ventos ( $u_{10}$ ;  $m\ s^{-1}$ ) corresponderam aos valores de deslocamento de fluxo do ar, medidos com anemômetros a 10 m de altura. As médias mensais da velocidade do vento a 10 m de altura ( $u_{10m}$ ; FIGURA 4.3a)

tiveram tendência bem definida, semelhante ao que ocorreu com as  $T_m$  mensais (FIGURA 4.1a). Os maiores valores ocorreram entre o final da primavera ( $1,7 \text{ m s}^{-1}$ ), verão ( $1,6 \text{ m s}^{-1}$ ) e início do outono ( $1,4 \text{ m s}^{-1}$ ), e menores entre o final do outono ( $1,1 \text{ m s}^{-1}$ ), inverno ( $1,0 \text{ m s}^{-1}$ ) e início da primavera ( $1,3 \text{ m s}^{-1}$ ). As  $u_{10m}$  mensais variaram entre  $1,0 \text{ m s}^{-1}$  (Julho) e  $1,7 \text{ m s}^{-1}$  (Novembro). As médias anuais da velocidade do vento a 10 m de altura ( $u_{10a}$ ) também tiveram tendência bem definida (FIGURA 4.3b), decrescendo predominantemente entre 2014 ( $1,5 \text{ m s}^{-1}$ ) e 2018 ( $1,3 \text{ m s}^{-1}$ ), e crescendo entre 2018 e 2022 ( $1,5 \text{ m s}^{-1}$ ).

FIGURA 4.3 – Distribuição de frequência da velocidade do vento a 10 m de altura, entre 2014 e 2022, para a região de União da Vitória - PR: a) Média mensal ( $u_{10m}$ ;  $\text{m s}^{-1}$ ); e, b) Média anual ( $u_{10a}$ ;  $\text{m s}^{-1}$ ).



Fonte: O Autor (2023)

## 4.2 Frequência das ocorrências atendidas pelo CBMPR, em União da Vitória - PR

As ocorrências atendidas pelo CBMPR incluem incêndios, acidentes automobilísticos, resgates em altura, em meio líquido, entre outras situações. Parte das ocorrências foram desencadeadas por desastres naturais, como inundações, incêndios florestais, quedas de árvore e tempestades. Entre 2014 e 2022 foram registradas pelo CBMPR de União da Vitória 13.824 ocorrências, sendo 551 (3,9%) decorrentes de eventos ambientais (TABELA 4.1). Incêndios ambientais (72,2%) e queda de árvores (19,8%) foram as ocorrências mais frequentes no período avaliado, seguidas por “vendavais e tempestades”, alagamento, desabamento, deslizamento, destelhamento e erosão continental.

TABELA 4.1 – Ocorrência de eventos de causa natural, atendidas pelo CBMPR, na região de União da Vitória - PR, entre 2014 e 2022.

Natureza	-----Ocorrências atendidas -----		
	(unidade)	(%)	Tempo médio de Intervenção
Incêndio Ambiental	398	72,2	00h:46'
Queda de Árvore	109	19,8	00h:55'
Vendaval / Tempestade	16	2,9	00h:19'
Alagamento / Inundação	11	2,0	01h:19'
Desabamento	7	1,3	01h:47'
Deslizamento	6	1,1	00h:12'
Destelhamento	3	0,5	01h:39'
Erosão Continental	1	0,2	00h:17'
<b>Total Geral</b>	<b>551</b>	<b>100</b>	<b>00h:54'</b>

Fonte: O autor (2023)

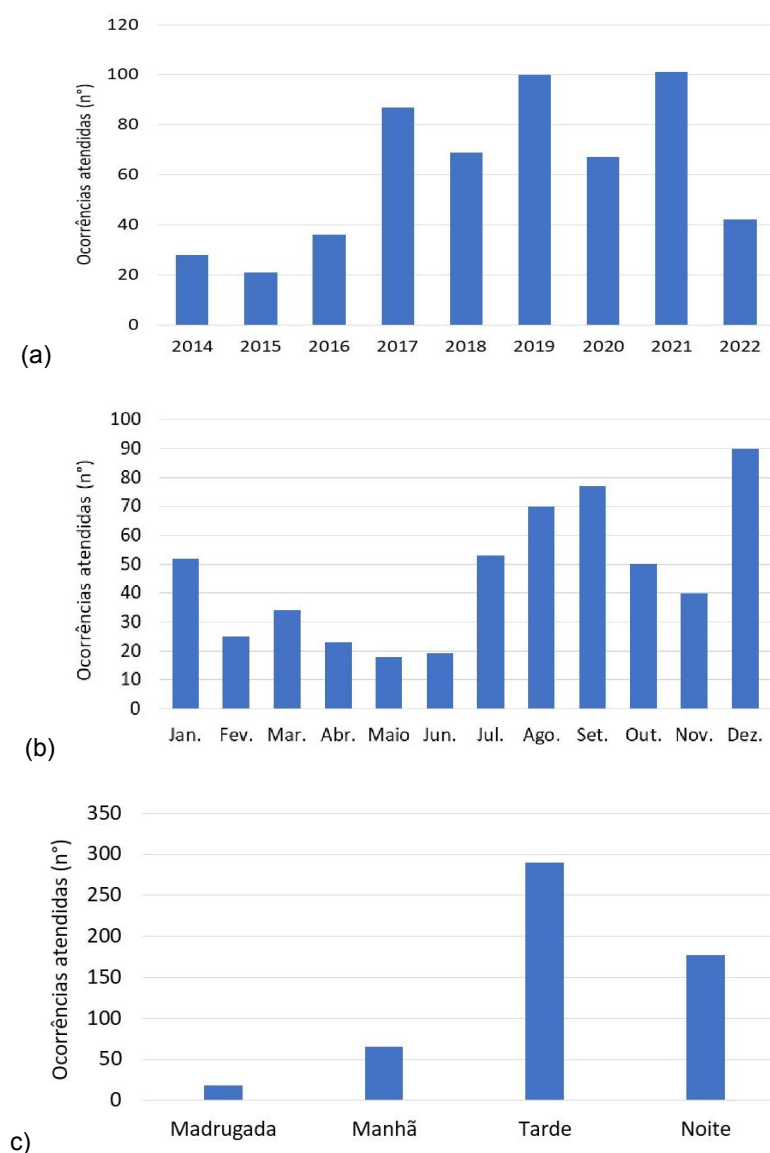
A distribuição de frequência anual das ocorrências de eventos de causa natural, entre 2014 e 2022 (FIGURA 4.4a), permitiu verificar que 2017, 2019 e 2021 necessitaram de 87 (15,8%), 100 (18,1%) e 101 (18,8%) atendimentos, respectivamente. As menores ocorrências foram em 2014, 2015 e 2016, com 28 (5,1%), 21 (3,8%) e 36 (6,5%) atendimentos, respectivamente.

A distribuição de frequência mensal das ocorrências atendidas (FIGURA 4.4b) permitiu verificar que dezembro (90; 16,3%), setembro (77; 14,0%) e agosto (69; 12,5%) apresentaram o maior número de atendimentos de ocorrências de eventos de causa natural entre 2014 e 2022. Os meses que obtiveram o menor número de atendimentos foram maio (18; 3,4%), abril (23; 4,3%) e fevereiro (25; 4,7%). Houve



tendência de aumento das ocorrências registradas no segundo semestre do ano, com maiores valores no inverno (36,1%), sendo crescentes entre julho e setembro, e decrescentes em outubro e novembro. O maior número de ocorrências foi em dezembro (90; 16,3%), devido provavelmente à chegada do verão (com chuvas e ventos mais intensos) e festas de final do ano (Natal, virada do ano, viagens e férias) (FIGURA 4.4b).

FIGURA 4.4 – Distribuição de frequência das ocorrências de eventos de causa natural, atendidas pelo CBMPR na região de União da Vitória - PR, entre 2014 e 2022, agrupadas conforme a periodicidade: a) Anual; e, b) Mensal; e, c) Períodos do dia (madrugada, manhã, tarde e noite)



Fonte: O autor (2023)

Com relação ao período do dia, as distribuições de frequência foram realizadas considerando quatro períodos de atendimento pelo CBMPR (FIGURA 4.4c), sendo: Madrugada (00h às 06h); Manhã (06h às 12h); Tarde (12h às 18h); e, Noite (18h às 24h). Em ordem decrescente, os períodos com maior número de atendimentos foram Tarde (290; 52%), Noite (177; 32,4%), Manhã (66; 12,3%) e Madrugada (18; 3,4%). O período da Tarde concentrou metade das ocorrências analisadas, sendo 52% dos atendimentos de ocorrências de eventos de causa natural. O motivo deveu-se provavelmente às chuvas de verão, mais intensas no final das tardes, bem como o hábito da população de atear fogo no período da tarde para limpeza do terreno e queima de entulhos.

O CBMPR atua em ocorrências com risco direto à vida, patrimônio e meio ambiente. A prioridade é preservar vidas, seguida da proteção do patrimônio, que inclui ações de proteção a áreas vulneráveis e suscetíveis. Quando se trata de danos ao meio ambiente, o foco é conter a propagação de danos, minimizar a poluição e proteger ecossistemas vulneráveis (Flores et al., 2016).

Durante o período analisado (2014 a 2022), as ocorrências atendidas resultaram em 55.773 pessoas afetadas (TABELA 4.2). Alagamentos e "Vendavais e Tempestades" foram as ocorrências que impactaram o maior número de pessoas nos eventos críticos que demandaram intervenção do CBMPR, totalizando 52.616 (91,4%) e 3.053 (5,5%) pessoas atingidas, respectivamente. Registrou-se o total de três óbitos relacionados aos incidentes envolvendo queda de árvore, afogamento por alagamento e queimadura decorrente de incêndio ambiental.

TABELA 4.2 – Pessoas atingidas por ocorrências de eventos de causa natural, atendidas pelo CBMPR na região de União da Vitória - PR, entre 2014 e 2022.

Ocorrência	Pessoas atingidas	
	(Unidade)	(%)
Alagamento	52.616	94,16
Vendaval / Tempestade	3.157	5,65
Destelhamento	82	0,15
Queda de Árvore	13	0,02
Deslizamento	5	0,01
Desabamento	3	0,01
Incêndio Ambiental	1	0,00
<b>Total Geral</b>	<b>55.877</b>	<b>100</b>

Fonte: O autor (2023)

Alagamento foi a ocorrência que afetou o maior número de pessoas (TABELA 4.2), sendo o evento mais expressivo registrado em junho de 2014 ( $P = 435$  mm). Ferentz e Garcias (2014) relataram que as precipitações ocorridas nesse período duraram dois dias, e acumularam o equivalente à média mensal de dois meses. A lâmina precipitada fez com que o rio Iguaçu chegasse à cota de 8,13 m, deixando a cidade isolada e milhares de pessoas desabrigadas. Eventos posteriores aconteceram após a cheia histórica de 2014. Conforme registros do SYSBM (TABELA 4.1) existem relatos de três eventos decorrentes da intensidade da precipitação, com as obstruções de “bocas de lobo” ao longo da cidade: 2016 (200 pessoas atingidas; um óbito); 2018 (sem danos); e, 2019 (uma residência atingida). Embora fora da série de ocorrências analisadas no presente estudo, é importante observar que 2023 também registrou eventos de precipitação extrema em União da Vitória, atingindo aproximadamente 18.000 moradores, praticamente um terço do total da população da cidade.

Depois do Alagamento, “Vendavais e Tempestades” foram os eventos que tiveram o maior número de pessoas atingidas (3.157 pessoas; TABELA 4.2). Os temporais podem se associar a outros fenômenos como vendavais, tempestades de raio, chuvas intensas e granizos (Kobiyama, 2004). Na TABELA 4.3 encontram-se os eventos que afetaram o maior número de pessoas. As ocorrências atendidas estão associadas à 16 eventos climáticos, tendo como maior abrangência temporais com granizo (2041; 64,6%), vendavais (720; 21,7%) e raios (408; 12,9%).

TABELA 4.3 – Pessoas afetadas por ocorrências de temporais, atendidas pelo CBMPR na região de União da Vitória - PR, entre 2014 e 2022.

Temporais	----- Pessoas Atendidas -----	
	(Unidade)	(%)
Granizo	2.041	64,6
Vendaval	684	21,7
Tempestade de raios	408	12,9
Tempestade	24	0,8
Total Geral	3157	34,6

Fonte: O autor (2023)

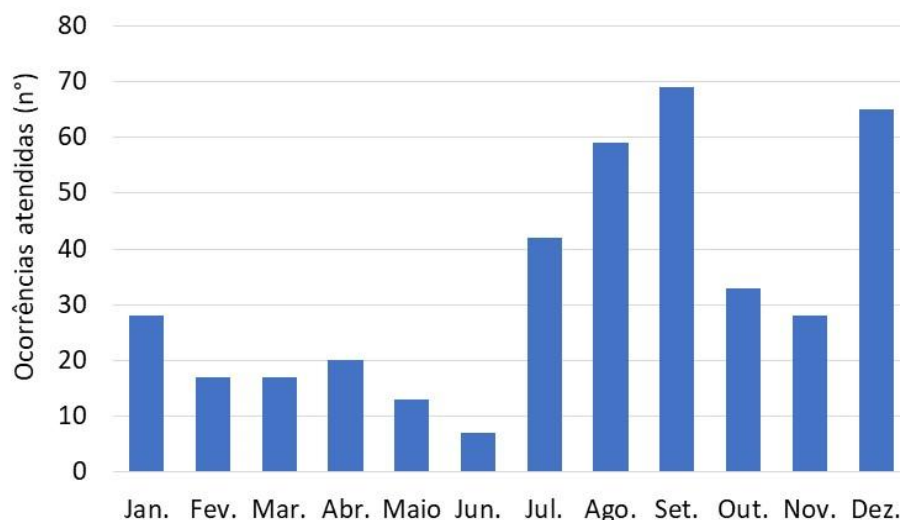
Houve dois destelhamentos em 2018 e um em 2020. O ano de 2020 também apresentou duas situações de “Vendaval / Tempestade” com a necessidade de distribuição de lonas pelo CBMPR, para cobertura das residências danificadas. Vendavais e tempestades são eventos que também estão relacionados a outras ocorrências ambientais, como queda de árvores e destelhamentos, aumentando a demanda por atendimento de emergência, como isolamento das áreas de risco, distribuição de lonas e necessidade de corte de árvores (Kobyama, 2004).

Desabamentos representam situações críticas que demandam intervenção ágil e precisa do Corpo de Bombeiros. São ocorrências que podem ser desencadeadas por diversos motivos, como deslizamentos de terra, colapso de estruturas e ventos intensos (Tominaga et al., 2009). Os desabamentos contabilizaram os maiores tempos de intervenção e atuação (TABELA 4.1) da Guarnição dos Bombeiros em União da Vitória (01:47h). Conforme registrado no SYSBM, os danos ao patrimônio público e a vida foram: quatro viaturas da polícia; uma construção; três residências; e, duas pessoas atingidas.

O termo incêndio florestal corresponde à ocorrência do fogo fora de controle que se alastra livremente, consumindo variados materiais combustíveis presentes na floresta, atingindo qualquer forma de vegetação (Sampaio, 1999). A classificação da Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) consideram os incêndios florestais como “natural” e “climatológico”, podendo ser influenciado pelo clima, vegetação, topografia e ação antropológica.

Na FIGURA 4.5 encontra-se a distribuição de frequência das ocorrências de incêndio ambiental ao longo dos meses, registrados nos nove anos avaliados. Os meses que tiveram maior quantidade de ocorrências atendidas foram setembro (69 atendimentos), dezembro (65 atendimentos), agosto (59 atendimentos) e julho (42 atendimentos). As ocorrências foram menores em junho (7 atendimentos), maio (13 atendimentos), fevereiro e março (17 atendimentos ambos).

FIGURA 4.5 – Distribuição de frequência dos incêndios ambientais, atendidos pelo CBMPR na região de União da Vitória - PR, entre 2014 e 2022, agrupados conforme os meses do ano.



Fonte: O autor (2023)

Conforme as ocorrências atendidas, os estabelecimentos ambientais mais atingidos pelo fogo na região de União da Vitória (TABELA 4.4) foram plantios florestais (86; 21,6%), áreas de capoeira (62; 15,6%) e terrenos baldios (55; 13,8%). Geralmente, os locais mais afetados foram áreas em que a interferência humana ocorreu diretamente em algum momento, por meio de tratamentos culturais, uso e exploração econômica, ou queima de restos culturais e entulhos. Os estabelecimentos menos afetados, com menores ocorrências registradas, foram terrenos residenciais (2; 0,5%), culturas agrícolas (3; 0,8%) e áreas de várzea (3; 0,8%).

O tempo médio de intervenção do efetivo do CBMPR na ocorrência de incêndio ambiental foi de 00h:46' (Tabela 4.1). O tempo foi contabilizado contando desde o momento em que a Guarnição chega ao local, até o momento em que se retira. O tempo de intervenção varia entre 00h:01', que representou apenas a verificação de auto extinção do incêndio, até 15h:00' de combate em incêndios mais persistentes e de difícil controle, perdurando por até dois dias. Durante os atendimentos, a atuação do CBMPR ocorreu realizando o combate direto e indireto, orientações e verificações.

TABELA 4.4 – Tipo de estabelecimento atingido por incêndio ambiental na região de União da Vitória - PR, atendido pelo CBMPR entre 2014 e 2022.

Tipo de estabelecimento	-----Ocorrências Atendidas-----	
	(Unidade)	(%)
Plantio Florestal	86	21,6
Capoeira	62	15,6
Terreno Baldio	55	13,8
Vegetação em geral	52	13,1
Vegetação Rasteira	41	10,3
Mata e/ou floresta (nativa)	26	6,5
Campos (Nativo)	16	4,0
Entulho	12	3,0
Não Encontrado	10	2,5
Pastagem	8	2,0
Ocorrência Cancelada	12	3,0
Restos Culturais	3	0,8
Repassada	3	0,8
Várzea	3	0,8
Cultura Agrícola	3	0,8
Falso Alarme	2	0,5
Limpeza de terreno	2	0,5
Trote	2	0,5
<b>Total Geral</b>	<b>398</b>	<b>100</b>

Fonte: O autor (2023)

Atendimentos ocorreram em 56 bairros e localidades próximas à União da Vitória. O número de bairros destaca a importância da localização estratégica do quartel de bombeiros dentro de sua área de atuação, visando à agilidade de atendimento até mesmo nos bairros mais distantes. Entre 2014 e 2022, o maior número de atendimentos em decorrência de incêndios ambientais ocorreram nos bairros São Sebastião (45; 11,3%), São Braz (41; 10,3 %) e Distrito de São Cristóvão (24; 6,0%).

Queda de árvore foi o segundo atendimento mais representativo dentre as ocorrências de eventos de causa natural, em União da Vitória. Na TABELA 4.5 tem-se o ordenamento das situações mais recorrentes deste tipo de evento. Sampaio et al. (2010) relataram que a queda de árvore em via pública (44 atendimentos; 40,4%) está associada a diversos fatores, como biodeterioração por organismos xilófagos, podas irregulares, raízes instáveis e condições climáticas desfavoráveis. Para Duarte (2019), a queda de árvores é o principal fator de causas de acidentes com pessoas e patrimônio, durante eventos climáticos extremos.

TABELA 4.5 – Tipo de estabelecimento atingido por queda de árvore na região de União da Vitória - PR, atendido pelo CBMPR entre 2014 e 2022.

Tipo de estabelecimento	----- Ocorrências Atendidas -----	
	(Unidade)	(%)
Árvore em via pública	44	40,4
Risco de queda	42	38,5
Árvore sobre residência	15	13,8
Árvore sobre a rede elétrica	3	2,8
Árvore sobre o muro	3	2,8
Árvore pequeno porte	1	0,9
Árvore sobre barracão	1	0,9
<b>Total Geral</b>	<b>109</b>	<b>100</b>

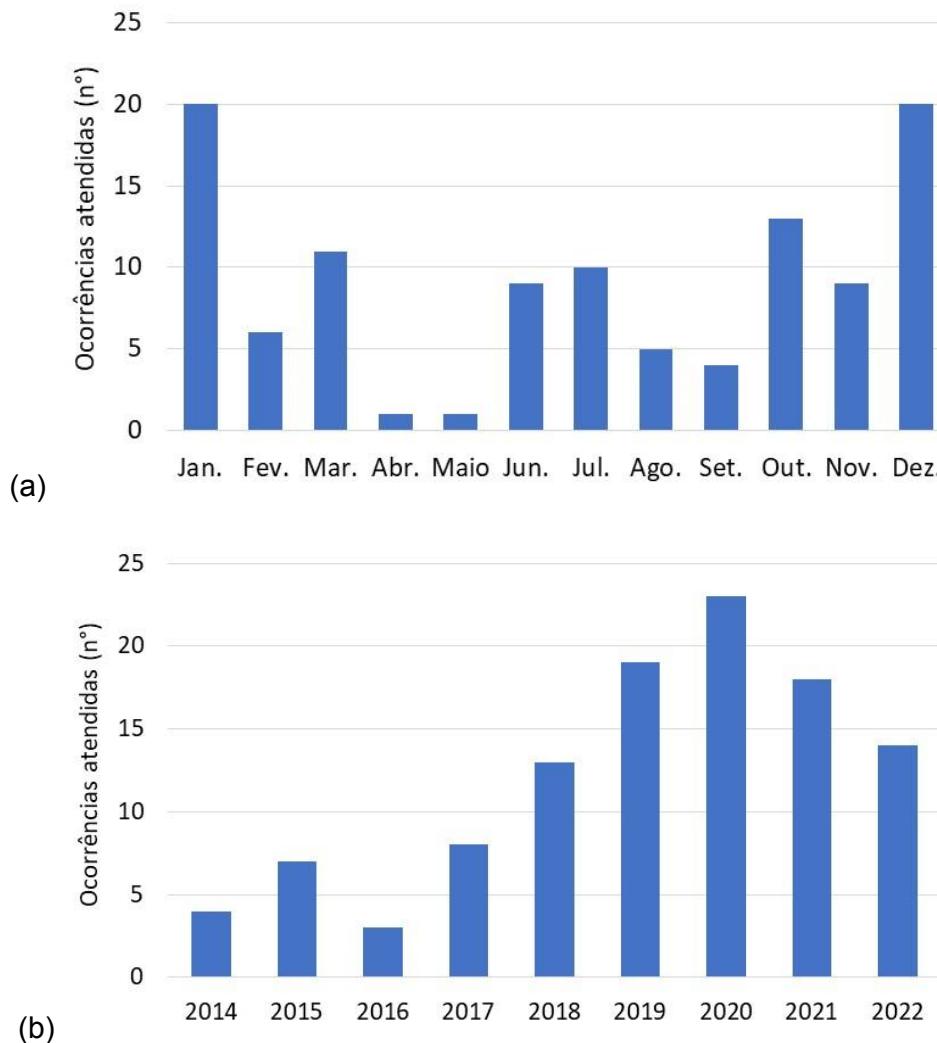
Fonte: O autor (2023)

Árvores retiradas por risco de queda representaram 38,5% dos atendimentos, destacando a importância da prevenção do CBMPR na segurança e eficiência dos recursos de emergência. Em terceira posição tem-se a queda de árvore sobre residência, com 15 famílias atendidas (13,8%).

Os bairros mais afetados pelo evento queda de árvore foram o Centro e São Braz, com 11 (10,1%) ocorrências cada. Entretanto, os locais com maior incidência de queda de árvores foram as rodovias próximas à União da Vitória, totalizando 26 atendimentos (23,9%) do total de ocorrências registradas, sendo: BR 476 (16; 14,7%); BR 153 (4; 3,7%); PR 447 (4; 3,7%); e, PR 446 (2; 1,8). A média de tempo de intervenção foi de 00h:55', variando entre 00h:08' e 08h:05', nas ações de corte de árvore, remoção, limpeza de pista e orientações.

Com relação ao evento queda de árvores (FIGURA 4.6), janeiro e dezembro tiveram o maior número de ocorrências (20; 18,3%) ao longo dos nove anos avaliados (FIGURA 4.6a). Os anos com maior ocorrência de queda de árvores (FIGURA 4.6b) foram 2020 (23; 21,1%), 2019 (19; 17,4%) e 2021 (18; 16,5%).

FIGURA 4.6 – Distribuição de frequência das quedas de árvore, atendidas pelo CBMPR na região de União da Vitória - PR, entre 2014 e 2022, agrupadas conforme: a) Meses; e, b) Anos.



Fonte: O autor (2023)

### 4.3 Relação entre “variáveis climáticas e ocorrências atendidas” pelo CBMPR em União da Vitória - PR

Na FIGURA 4.7 encontram-se apresentadas as relações entre ocorrências anuais atendidas pelo CBMPR entre 2014 e 2022, com as variáveis ambientais temperatura média anual do ar ( $T_a$ ), precipitação pluviométrica anual ( $P_a$ ) e velocidade média anual do vento a 10 metros de altura ( $U_{10a}$ ).

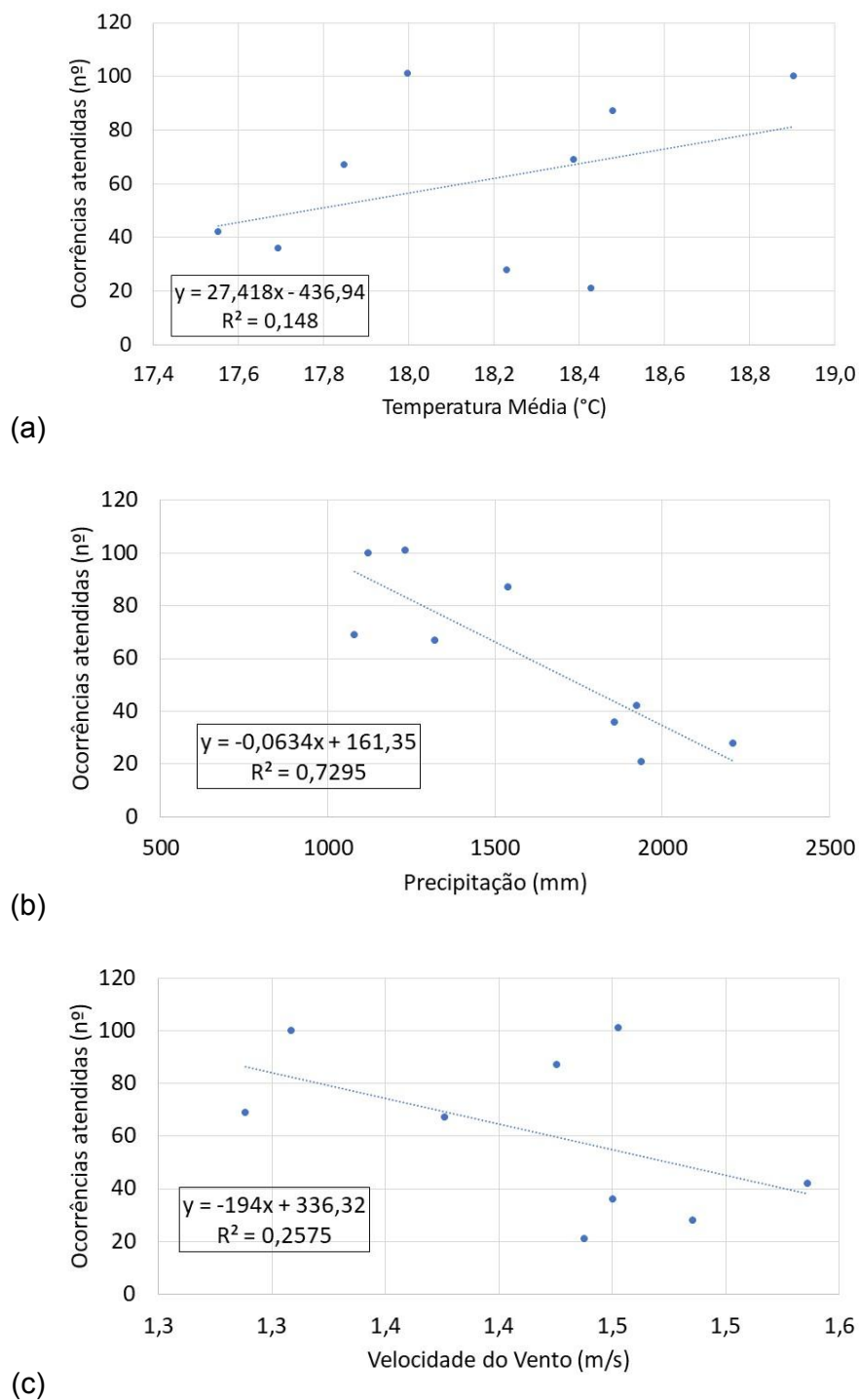


Os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) obtidos nas análises de regressão linear para a variável temperatura média anual do ar ( $T_a$ ;  $R^2 = 0,148$ ) e velocidade média anual do vento a 10 metros de altura ( $u_{10a}$ ;  $R^2 = 0,257$ ) ficaram muito baixos (FIGURA 4.7 “a” e “c” ), indicando estatisticamente que não houve correlação entre as ocorrências atendidas e as médias aritméticas simples anuais dos eventos. Mas, a associação entre “ocorrências atendidas vs precipitação pluviométrica anual ( $P_a$ )” (FIGURA 4.7b) foi mais estreita ( $R^2 = 0,7295$ ) e negativa. A princípio, o resultado obtido parece contraditório, pois se esperava que maiores precipitações pluviométricas tivessem maior potencial de causar danos e maior número de ocorrências. No entanto, os incêndios ambientais (398; 72,2%; TABELA 4.1) representaram a maior parte das ocorrências atendidas pelo CBMPR. Analisando por esse lado, a correlação mais estreita tem sentido, pois menores precipitações indicam maiores problemas com períodos secos.

Na FIGURA 4.8 se encontram as associações entre as ocorrências atendidas e os dados meteorológicos dispostos em médias aritméticas mensais. A associação mensal também demonstrou baixa correlação com as variáveis meteorológicas. A associação entre “ocorrências atendidas vs precipitação pluviométrica média mensal ( $P_m$ )” (FIGURA 4.8b) não apresentou bom resultado, confirmando a dificuldade em extrair resultados conclusivos baseando-se em valores médios de variáveis meteorológicas, para períodos longos (ano e mês).

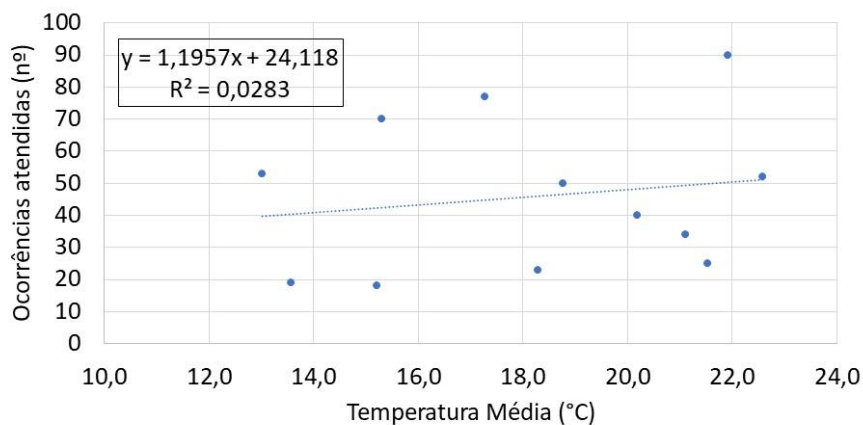
Os resultados obtidos evidenciaram em União da Vitória que a utilização da média dos dados meteorológicos, especialmente temperatura média do ar e velocidade do vento, mascararam ou não permitiram boas associações com ocorrências adversas e pontuais, identificadas no tratamento dos dados do CBMPR. A média de dados climáticos suavizou os eventos extremos que ocorreram no período analisado (mês ou ano).

FIGURA 4.7 – Análise de regressão linear entre ocorrências anuais atendidas pelo CBMPR e variáveis ambientais da região de União da Vitória - PR, entre 2014 e 2022, sendo: a) Temperatura média anual do ar ( $T_a$ ; °C); b) Precipitação pluviométrica anual ( $P_a$ ; mm por ano); e, c) Velocidade média do vento a 10 m de altura ( $u_{10a}$ ; m s<sup>-1</sup>).

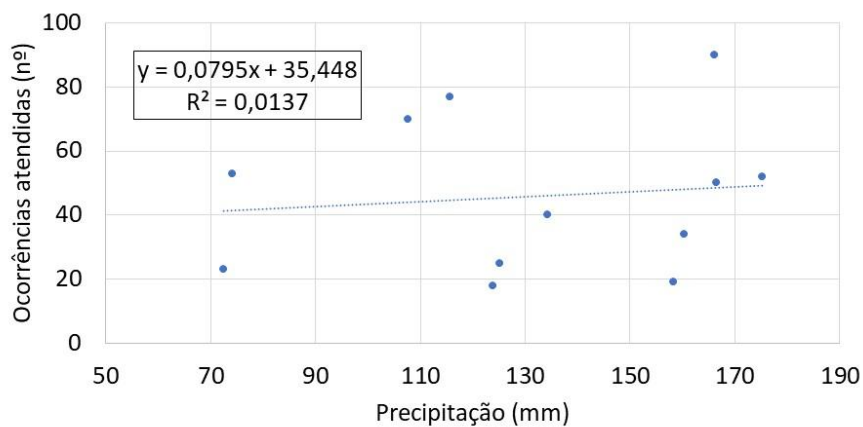


Fonte: O autor (2023)

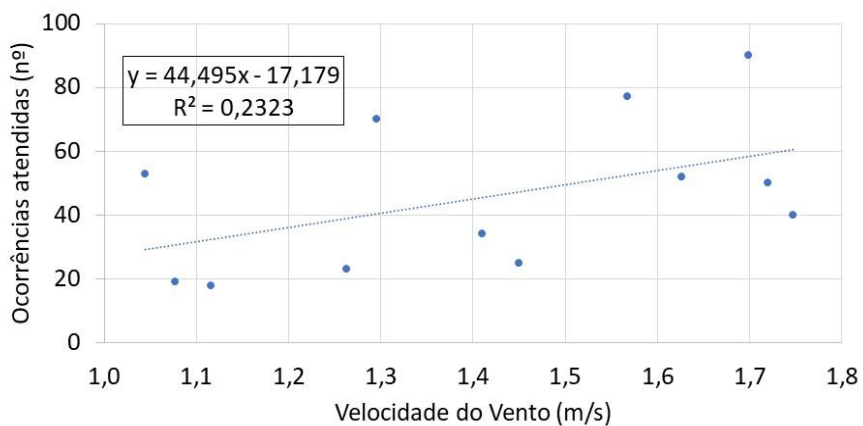
FIGURA 4.8 – Análise de regressão linear entre ocorrências mensais atendidas pelo CBMPR e variáveis ambientais da região de União da Vitória - PR, entre 2014 e 2022, sendo: a) Temperatura média mensal do ar ( $T_m$ ; °C); b) Precipitação pluviométrica mensal ( $P_m$ ; mm por mês); e, c) Velocidade média mensal do vento a 10 metros de altura ( $u_{10m}$ ; m s<sup>-1</sup>).



(a)



(b)



(c)

Fonte: O autor (2023)

Kobiyama et al. (2006) consideraram que os eventos climatológicos isolados podem ser apontados como os principais responsáveis pela ocorrência de desastres naturais e prejuízos causados, e indicou que a realização de associações visando identificar causa e efeito destes eventos deveriam considerar outros aspectos, como os agentes climáticos, características geoambientais e o agente antropológico. Logo, o mais indicado e necessário em um estudo envolvendo “ocorrências atendidas pelo CBMPR e variáveis ambientais de uma região” seria a realização de uma avaliação multidisciplinar, considerando aspectos ambientais e geográficos que, quando integrados, indicariam os responsáveis pela intensidade, ocorrência e duração dos eventos ambientais. Uma análise deste tipo seria bem mais complexa, iria bem além do objetivo do presente estudo (Trabalho de Conclusão de Curso da Graduação), mas certamente possibilitaria melhor compreensão dos impactos ambientais, patrimoniais e na saúde da população atingida. No entanto, mesmo que de forma mais simplificada, nada impede que análises e considerações neste sentido possam ser realizadas, visando identificar e associar aspectos importantes para o planejamento e ações do CBMPR.

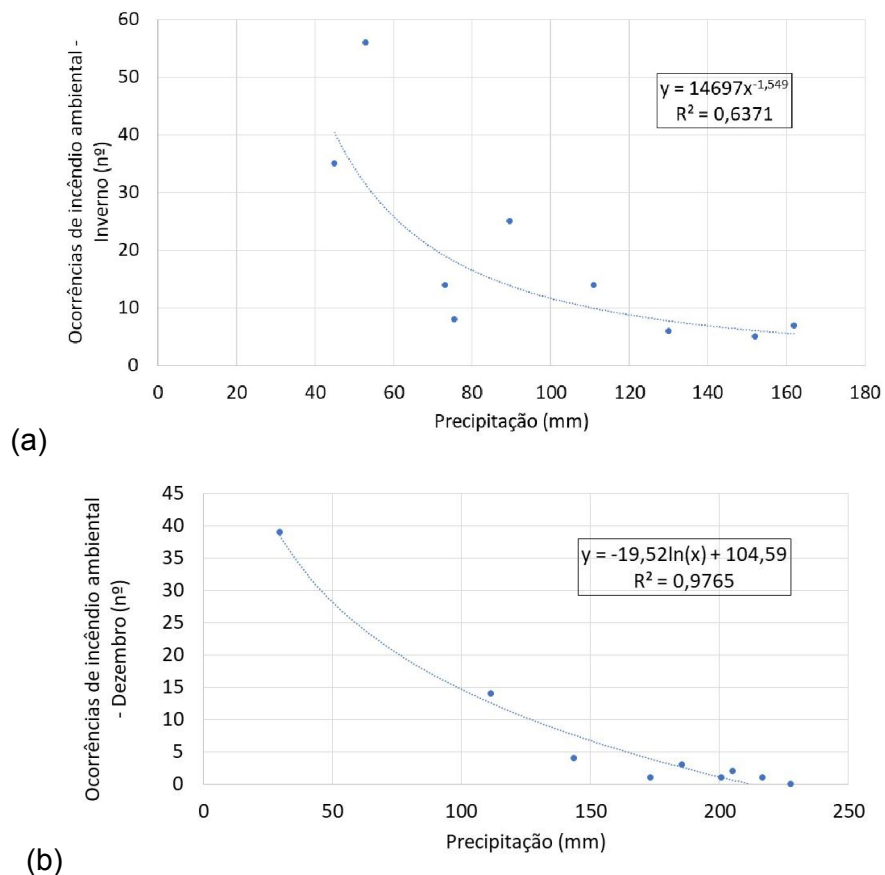
As precipitações anuais (FIGURA 4.2) em comparação com as Normais (FIGURA A1.2; IAPAR, 2019), ficaram abaixo das médias entre 2017 e 2021. O período foi mais seco. Conforme Fernandes et al. (2021), a seca foi mais acentuada entre julho/2018 e abril/2019 (10 meses) e entre setembro/2019 e maio/2020 (9 meses), sendo este último o terceiro evento mais severo e intenso de seca desde 1998, no território paranaense. Foram eventos ambientais que impactaram diretamente as ocorrências de causas naturais em União da Vitória, sendo responsável por 77,65% das ocorrências atendidas pelo CBMPR. A média de ocorrências anuais passou de 30 para 83,4, correspondendo ao aumento de aproximadamente 178% da quantidade de ocorrências atendidas durante o período avaliado. Os incêndios ambientais também tiveram alterações devido ao menor regime pluviométrico, assim como as estações do ano.

Torres (2006) considerou que as condições climáticas e incêndios florestais tem estreita relação, afetando a probabilidade, manutenção e propagação do fogo. Comparado às outras estações do ano, o inverno tem baixa umidade relativa do ar, sendo a estação mais propensa ao aumento dos incêndios florestais. Fonseca

(2017) relataram que a monocultura de pinus e eucalipto são atividade agrárias predominante nos estabelecimentos em União da Vitória. Assim, as queimadas associadas aos tratos culturais em junho e julho também podem ser responsáveis pelo aumento dos focos de incêndio nessa época do ano. O inverno foi responsável por 43% das ocorrências de incêndios ambientais (FIGURA 4.5), seguido pela primavera (32%), verão (16%) e outono (9%). A primavera teve predominância de ocorrências de incêndios ambientais no mês de dezembro (16%).

Realizando-se um Cenário, para explorar algo do que foi considerado no parágrafo anterior, na FIGURA 4.9 encontra-se apresentadas as análises de regressão associando “incêndios ambientais registrados no inverno e precipitações pluviométricas ocorridas em determinados períodos”.

FIGURA 4.9 – Análise de regressão entre precipitação pluviométrica ( $P_m$ ; mm por período) e frequência das ocorrências de incêndio ambiental atendidas: a) Nos meses do inverno (julho, agosto, setembro); e, b) Mês de dezembro.

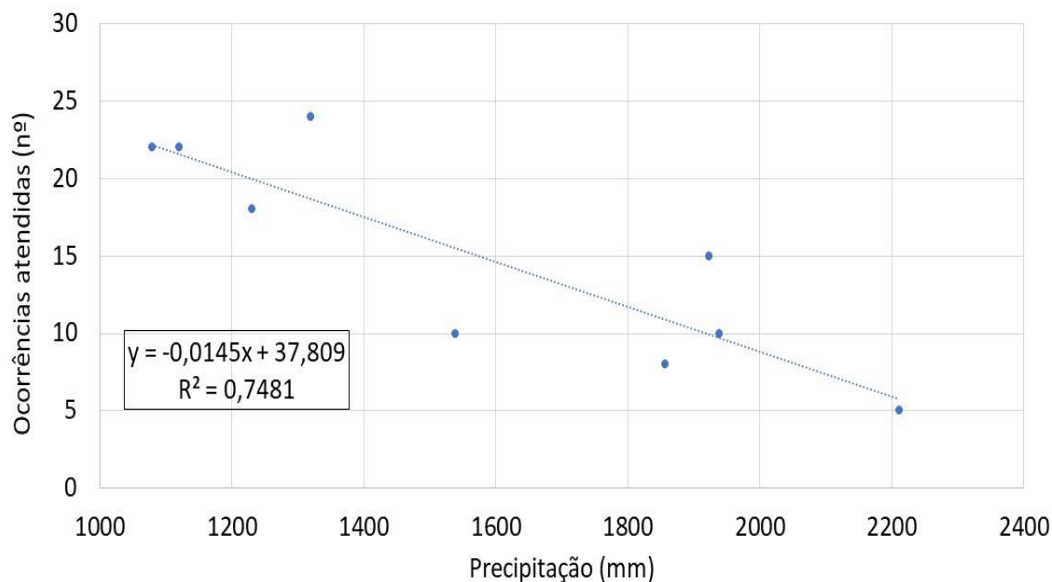


Fonte: O autor (2023)

Com a análise um pouco mais específica, foi possível verificar relação exponencial nas associações (FIGURA 4.9), com valores de ocorrências mais altas à medida que os valores de precipitação diminuíram. Sendo  $P_m$  a precipitação média mensal acumulada durante os anos avaliados, foi encontrado  $R^2 = 0,681$  para a correlação entre “ocorrências de incêndio e  $P_m$  no inverno”, e  $R^2 = 0,924$  para a correlação entre “ocorrências de incêndio e  $P_m$  em dezembro”. Logo, a análise evidenciou relação mais estreita entre as duas variáveis, simplesmente fazendo melhor filtragem dos dados.

Em outro Cenário, retirando-se as ocorrências de incêndio ambiental atendidas pelo CBMPR das associações com a média da precipitação pluviométrica anual, verificou-se que a estreita relação linear negativa se manteve ( $R^2 = 0,7481$ ; FIGURA 4.10). Nesta situação, as ocorrências que mais colaboraram também ocorreram em períodos secos, como desabamentos, deslizamentos e quedas de árvore.

FIGURA 4.10 – Análise de regressão linear entre a média da precipitação pluviométrica anual ( $P_a$ ; mm por ano) e a frequência das ocorrências atendidas pelo CBMPR (retirando-se os incêndios ambientais), entre 2014 e 2022.



Fonte: O autor (2023)

A menor precipitação anual da série de dados climáticos analisados ocorreu em 2018 ( $P_a = 1078$  mm), e como efeito houve expressivo aumento de ocorrências atendidas pelo CBMPR no período, sendo: três ocorrências de desabamento com colapso estrutural; e, três ocorrências de deslizamento. As ocorrências representaram desastres expressivos, que tiveram maior representatividade no cenário regional. Parece contraditório eventos relacionados à movimentos de massa se acentuarem durante períodos de seca. Entretanto, considerando-se a geografia de União da Vitória e a sua proximidade do rio Iguaçu, tais evento poderiam ser explicados pelo processo de “Terras Caídas” e os movimentos de massa seca.

Magalhães e Vieira (2018) consideraram que o evento de “Terras Caídas” está relacionado com o nível piezométrico que acompanha a topografia do terreno, durante os períodos de cheia e seca. Assim, uma hipótese é que o movimento de massa tem ocorrência na descida do rio em períodos secos, aumentando a força de cisalhamento e diminuindo sua resistência, o que provoca o aumento do ângulo de inclinação dos barrancos, e propicia o movimento de massa do tipo “deslizamento rotacional”. O impacto na estrutura do solo compromete estruturas próximas, causando rachaduras nas residências e até mesmo o colapso de estruturas.

Conforme o Plano Municipal (União da Vitória, 2020), União da Vitória apresenta oito classes pedológicas, sendo o “Cambissolo Háplico tb Distrófico Típico + Neossolo Litólico Distrófico típico” a associação mais predominante, abrangendo cerca de 40% do município. Predominam baixas declividades em União da Vitória, e mais de 50% da área está abaixo de 12% de declividade. Entretanto, a região possui solos com alto risco de erosão (Nitossolo Vermelho em 15% da área), em áreas de altas declividades.

Com relação às quedas de árvores, Locosselli et. al (2021) observaram ocorrência deste tipo de evento em dois terços dos dias da estação seca, não tendo relação de causa e efeito aparentemente com a precipitação e rajadas do vento. Conforme os autores, as condições morfológicas e sanitárias das árvores presentes na região favorecem sua queda, mesmo não estando relacionada a quaisquer causas climáticas aparentes. É importante observar que as árvores também estão vulneráveis a efeitos biológicos, antrópicos e pedológicos.

A maior pluviosidade registrada em 2014 ( $P_a = 2211,2$  mm por ano; FIGURA 4.2b), proporcionou enchentes históricas da cidade de União da Vitória. Em dois dias em julho de 2014 choveu 242,6 mm, e a precipitação pluviométrica acumulada no mês foi de 435 mm. A pluviosidade registrada no período equivaleu a aproximadamente cinco meses de precipitação pluviométrica em 2018, que foi o ano mais seco ( $P_a = 1078$  mm por ano) da série analisada. Com menor pluviosidade e mais localizado, alagamentos se repetiram também em 2016 ( $P_a = 1857$  mm), 2018 ( $P_a = 1078,8$  mm) e 2019 ( $P_a = 1120,6$  mm).

Diferentemente do senso comum, do que se pensava antes das análises dos dados levantados no presente estudo, o número de ocorrências de causas naturais atendidas pelo CBMPR em União da Vitória PR não estão mais relacionadas aos eventos de maior precipitação. A inundação de 2014 (parágrafo anterior) teve maior impacto devido ao número de pessoas afetadas (52.616 pessoas). No entanto, o levantamento realizado evidenciou que os períodos de seca também demandaram empenho igual ou maior para o atendimento de ocorrências feitas pelo CBMPR.

A velocidade do vento também impactou as ocorrências de causas naturais em União da Vitória. Os registros foram observados predominantemente nas ocorrências de vendavais e tempestades, que marcam pontualmente eventos meteorológicos severos na região. Os valores de velocidade média do vento, obtidos na estação meteorológica, mascaram a intensidade e severidade do evento, devido ao uso das médias diária (em determinado dia), mensal ou anual. O maior número de atendimentos por vendavais ocorreu em 2020 (4 eventos), sendo registrados em junho ( $0,8 \text{ m s}^{-1}$ ), julho ( $0,6 \text{ m s}^{-1}$ ), agosto ( $0,7 \text{ m s}^{-1}$ ) e novembro ( $2,1 \text{ m s}^{-1}$ ). Os eventos proporcionaram aumento no número de queda de árvores em 2020. O vendaval registrado em 30/06/2020 proporcionou três ocorrências de corte de árvores, sendo duas quedas de árvores em residências e uma em via pública, totalizando 100 pessoas afetadas.

O destelhamento também está diretamente ligado com eventos de tempestade. Em União da Vitória, o evento mais crítico ocorreu com uma chuva de granizo (no dia 14/08/2020), em que 321 pessoas foram afetadas, e 80 residências foram destelhadas no bairro Limeira. As ocorrências necessitaram de 04h18' de intervenção do CBMPR.



Verificou-se em União da Vitória que a utilização da média dos dados meteorológicos mascarou ou não permitiu boas associações com as ocorrências adversas e pontuais, identificadas no tratamento dos dados do CBMPR. A média de dados climáticos suavizou os eventos extremos que ocorreram no período (dia, mês ou ano). Os Cenários e relatos pontuais contextualizados anteriormente evidenciaram que a melhor forma para análises mais consistentes consistiria em filtrar melhor os dados, trabalhar com períodos diários e horários, observando máximas e mínimas ou períodos de maior e menor intensidade do evento climático. Ou mesmo, como descreveu Kobiyama et al. (2006), analisar as informações de forma mais ampla, considerando outros aspectos, como os agentes climáticos, características geoambientais e o agente antropológico.

De forma geral, observou-se que a precipitação pluviométrica foi a variável mais influente quanto ao número de ocorrências, devido aos eventos ambientais de causa natural em União da Vitória. Os períodos mensais e anuais com menores precipitações pluviométricas aumentaram o número de atendimentos do CBMPR. As associações realizadas permitiram melhor compreensão das ocorrências, podendo contribuir na capacitação e preparo da guarnição para o atendimento à população, bem como no uso analítico dos dados gerados pelo SYSBM para fins de estudo voltados ao serviço operacional para o enfrentamento de desastres ambientais.

#### **4.4 Considerações gerais**

##### **a) Desafios, oportunidades e benefícios da gestão de emergências com a integração entre “dados de ocorrências e eventos de causas naturais”**

A integração entre “dados de ocorrências e eventos ambientais” apresenta desafios técnicos e operacionais, tais como a diversidade de fontes de dados meteorológicos integrados com informações fluviais e geográficas, assim como o monitoramento de áreas de risco e dados de ocorrências atendidas e seus impactos. Dados provenientes de órgãos e sistemas demandam cooperação, padronização e interoperabilidade entre as entidades. A integração de dados envolve a análise conjunta de informações, exigindo métodos analíticos e sistemas de informação para garantir a eficiência e aplicabilidade.

Embora a integração de dados apresente desafios, as oportunidades para aprimorar a gestão de emergências são significativas. As oportunidades se refletem na melhoria da tomada de decisões, proporcionando visão mais estratégica. Além disso, oferece informações e mecanismos essenciais para antecipar a ocorrência de eventos identificados em padrões e tendências observados na região de estudo. Contribui também para aprimorar a resposta a emergências, permitindo a alocação de recursos de forma adequada e efetiva. Além disso, possibilita o desenvolvimento de planos estratégicos e políticas públicas voltadas para a gestão de emergências.

#### **b) Políticas públicas relacionadas à gestão de riscos de eventos de causas naturais e a atuação do Corpo de Bombeiros**

A Lei Federal nº 12.608 de 2012 (Brasil, 2012) instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), por meio do Sistema e Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC/CONPDEC). Seu objetivo foi implementar a gestão de riscos e desastres, bem como articular níveis de governo a adotar abordagem sistêmica nas ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação. A Lei prioriza as ações na área de prevenção de desastres, incorporando as bacias hidrográficas como unidade de análise e planejamento, baseando-se em pesquisas e estudos em áreas de risco e incidências de desastres, além de promover a participação da sociedade civil. A política articula a União com os estados e municípios, auxiliando os municípios no enfrentamento de situações de emergência ou calamidade pública, decorrentes dos impactos que afetam as cidades.

O Corpo de Bombeiros tem participação central nesse contexto, no qual as atividades e competências relacionam-se com a insalubridade pública e o socorro público, respondendo a emergências e participando ativamente na prevenção e gestão de desastres naturais. Seu trabalho abrange ações de resgate, atividades de conscientização, prevenção e gestão de riscos, atuando na Divisão de Gestão de Desastres (DGD), no Centro de Estudos e Pesquisas Sobre Desastres (CEPED), sendo fundamental como coordenador estadual da defesa civil no Estado do Paraná.

### **c) Tecnologia e inovação aplicadas à prevenção e resposta aos eventos ambientais**

Diante da crescente demanda por atendimentos relacionados a eventos ambientais, medidas para aprimorar e modernizar a infraestrutura são extremamente necessárias, destacando-se os investimentos em: sistemas de drenagem e contenção de enchentes; mapeamento de áreas de risco inadequadas para habitação e árvores, que representem risco iminente de queda; bem como a alocação de recursos em programas de educação pública. O intuito é ampliar a conscientização sobre os riscos das queimadas e desencorajar práticas culturais prejudiciais à vegetação circundante.

As colaborações entre órgãos especialistas e a comunidade é essencial para o desenvolvimento, aprimoramento e implementação de políticas públicas. É preciso também considerar projeções climáticas futuras e as demandas da nova gestão, implementando inovações tecnológicas e práticas sustentáveis, como o controle e a reciclagem de resíduos, bem como a limpeza e manutenção das áreas de rios e córregos.

## **5 CONCLUSÕES**

O levantamento e análises realizadas no presente estudo permitiram chegar às seguintes conclusões:

– Em média, 3,9% (551 eventos) das ocorrências atendidas pelo CBMPR são por causa natural em União da Vitória. As ocorrências concentram-se no segundo semestre do ano, especialmente em dezembro, e a frequência maior de atendimentos é no período da tarde. Incêndio ambiental é a ocorrência mais atendida pelo CBMPR (72%) em União da Vitória, afetando principalmente áreas de plantio florestal da cultura do pinus e eucalipto. Alagamento (2%) é o evento ambiental que impacta direta e indiretamente o maior número de pessoas em União da Vitória. Eventos que proporcionam quedas de árvores e destelhamentos (20%), e tempestades de granizo (0,5%) também causam danos consideráveis à população da região.

– A associação entre ocorrências de causas naturais e médias de dados meteorológicos, como a temperatura e velocidade do vento, em períodos anuais e mensais, não permitiram a obtenção de resultados conclusivos em União da Vitória. No entanto, análises de Cenários mais restritivos, associando “incêndios ambientais registrados no inverno *versus* precipitações pluviométricas ocorridas em determinados períodos mensais” indicaram relação exponencial estreita, com ocorrências mais altas de incêndios à medida que os valores de precipitação diminuíram ( $R^2 = 0,681$  para  $P_m$  média no inverno;  $R^2 = 0,924$  para  $P_m$  média em dezembro).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

União da Vitória possui histórico recorrente de desastres ambientais. Em 2023 houve mais um evento de enchente ocasionado pelas fortes chuvas que ocorreram na bacia do rio Iguaçu. O CBMPR é um instrumento de resposta imediata do Estado para salvaguardar a vida e o patrimônio da população. Assim, os dados de ocorrências do CBMPR precisam ser analisados continuamente para melhorar a capacidade de resposta da Corporação aos eventos a eles relacionados. A relação consistente entre dados de ocorrência com informações disponíveis em órgãos institucionais tem o potencial de aprimorar o atendimento do CBMPR à população, proporcionando capacitação do Efetivo e agilidade no enfrentamento dos desastres naturais em conformidade com as demandas particulares da região, baseando-se nos aspectos climáticos, antropológicos e geográficos da unidade operacional.

## 7 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. *et al.* Bombeiros Paraná: alertas meteorológicos. **Anais**. Seurs 37: Extensão e Inovação. Florianópolis, 235 p. 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/198069>> Acesso em: 04 nov. 2023.

BRASIL – Lei nº 12608, de 10 de abril de 2012, Capítulo I – Disposições gerais, art. 1º. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/CCIVIL\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm)> Acesso em: 22 de dez. 2023

BRASIL, Ministério do Desenvolvimento Regional. **Guia prático de utilização de alertas do governo federal para ações de preparação para desastres**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2. ed. 2021. 46 p. URL: <[https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec/copy\\_of\\_guiapraticodesastres.pdf](https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec/copy_of_guiapraticodesastres.pdf)>

CASTRO, A. L. C. **Glossário de defesa civil: estudo de riscos e medicina de desastres**. Ministério do Planejamento e Orçamento, Secretaria Especial de Políticas Regionais, Departamento de Defesa Civil, 1998. 283 p. URL: <[http://www.defesacivil.mg.gov.br/images/documentos/Defesa%20Civil/manuais/GL\\_OSSARIO-Dicionario-Defesa-Civil.pdf](http://www.defesacivil.mg.gov.br/images/documentos/Defesa%20Civil/manuais/GL_OSSARIO-Dicionario-Defesa-Civil.pdf)>

CASTRO, A. L. C.; CALHEIROS, L. B. **Manual de medicina de desastres**. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil, v. 1, 3. ed. 2007. 92 p. URL: <<https://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2012/06/14-Manual-de-Medicina-de-Desastres-Volume-I.pdf>>

CBMGO - Corpo de Bombeiros Militar de Goiás. **História da cooperação**. 1. ed. Goiás, 2016, 40 p. URL: <<https://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2016/08/d.pdf>>

CBMPR - Corpo de Bombeiros Militar do Paraná. **Plano estratégico 2017/2025**. 2. ed. Curitiba, 2021, 17 p. URL: <[https://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos\\_restritos/files/documento/2021-07/plano\\_estrategico\\_ccb\\_-\\_v004.pdf](https://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos_restritos/files/documento/2021-07/plano_estrategico_ccb_-_v004.pdf)>

DUARTE, P. G. D. S. Comparação de métodos de análises de risco de queda de árvores urbanas: eficiência técnica, ergonômica e econômica. Dois Vizinhos, 2019. **TCC** (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/10916>> Acesso em: 24 nov. 2023.

FERENTZ, L. M. S. Flood occurrences in the state of Paraná and disasters monitoring and alert systems to combat extreme events. **International Journal of Environmental Resilience Research and Science**, v.3, n.2, p.20-35, 2021. Doi:<http://doi.org/10.48075/ijerr.v3i2.26254>.

FERENTZ, L. M. S.; GARCIAS, C. M. A resiliência na gestão municipal de desastres: estudo de caso em União da Vitória sob a ótica do Scorecard para inundações. **Oculum Ensaios**, v.17, p.1-18. 2020. Doi:<http://doi.org/10.24220/2318-0919v17e2020a4698>.

FERNANDES, V. R.; CUNHA, A. P. M. A.; PINEDA, L. A. C.; LEAL, K. R. D.; COSTA, L. C.; BROEDEL, E.; FRANÇA, D. A.; ALVALÁ, R. C. S.; SELUCHI, M. E.; MARENGO, J. Secas e os impactos na região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.28, p.561-584, 2021. Doi:<http://doi.org/10.5380/abclima.v28i0.74717>.

FERREIRA, F. L. Características das ocorrências de incêndio florestal atendidas pelo Corpo de Bombeiros Militar do Paraná: uma análise estatística e territorial. São José dos Pinhais, 2023. 122p. **TCC** (Graduação em Segurança Pública e Redução de Desastres, Escola Superior de Segurança Pública) - Academia Policial Militar do Guatupê, Universidade Estadual do Paraná. Disponível em: <<http://biblioteca.unespar.edu.br:8080/pergamumweb/downloadArquivo?vinculo=OEU3Q0I5M1kyOWtSVzF3Y21WellUMDFPRGdtWVdObGNuWnZQVEI3Tnprek1TWnpaWEZRWWVhKaFozSmhabTg5TVNaelpYRIRaV05oYnowNEptdGhjbVJsZUQxT0pteHZZMkZzUVhKeGRXbdJiejFEVDaxUVFWSIVTVXhJUVUxRIRsUIBKbTV2YldWRFIXMXBibWh2UFRBd01EQmlZeTh3TURBd1ItTmhNeTV3WkdZPUY2QUFEMUI=&nomeExtensao=.pdf>> Acesso em: 14 out. 2023.

FLORES, B. C.; ORNELAS, É. A.; DIAS, L. E. **Fundamentos de Combate a Incêndio** (Manual de Bombeiros). Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás. Goiânia-GO, 1ª ed., 2016, 150p. URL: <<https://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2015/12/cbmgo-1aeducacao-20160921.pdf>>

FONSECA, S. R. A questão agrária na Microrregião de União da Vitória/PR: o latifúndio e seus desdobramentos geográficos. **Geografia (Londrina)**, v.26, n.1 p.173-187. 2017. Doi:<https://doi.org/10.5433/2447-1747.2017v26n1p173>

FREITAS, C. M. et al. Desastres naturais e saúde: uma análise da situação do Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.19, n.9, p.3645-3656. 2014. Doi:<https://doi.org/10.1590/1413-81232014199.00732014>.

HORT, J. **Geografia do Município de União da Vitória**. União da Vitória: UNIPORTO Gráfica e Editora Ltda, 1990, 53p

IAPAR - INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO RURAL DO PARANÁ. **Atlas climático do estado do Paraná**. IAPAR, 2019. URL:<<https://www.idrparana.pr.gov.br/Pagina/Atlas-Climatico>>

KOBIYAMA, M.; CHECCHIA, T.; SILVA, R. V.; SCHRÖDDER, P. H.; GRANDO, A. REGINATTO, G. M. P. Papel das comunidades e da universidade no gerenciamento de desastres naturais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., 2004, Florianópolis. **Anais**. Florianópolis: GEDN/UFSC, p. 834-846. 2004

KOBIYAMA, Masato et al. **Prevenção de Desastres Naturais: conceitos básicos**. Florianópolis: Organic Trading, 1ª ed. 2006, 122p. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/05/prevencaodedesastresnaturaisconceitosbasicos.pdf>> Acesso em: 18 ago. 2023.

LOCOSSELLI, G. M., MIYAHARA, A. A. L., CERQUEIRA, P. et al. Climate drivers of tree fall on the streets of São Paulo, Brazil. **Trees** v.35, p. 1807-1815. 2021. <https://doi.org/10.1007/s00468-021-02145-4>.

MAGALHÃES, R. C.; VIEIRA, A. F. S. G. As Características Hidrológicas do solo de Várzea e sua Vulnerabilidade ao Processo de Terras Caídas na Amazônia Central (BR). **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.11, n.3, p.773-788. 2018.

MOREIRA, P. M. Utilização de dados de ocorrências para tomada de decisão no Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal. 2020. 36p. **TCC** (Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal) - Departamento de Ensino, Pesquisa, Ciência e Tecnologia Diretoria de Ensino, Academia de Bombeiro Militar. Disponível em: <<https://biblioteca.cbm.df.gov.br/jspui/handle/123456789/131>>. Acesso em: 25 de nov. 2023

PAIXÃO, L. A.; PRIORI, A. Fogo na roça: desastres ambientais no estado do paraná (1963). In: V CONGRESSO INTERNACIONAL DE HISTÓRIA. **Anais ...** Maringá:

Programa de Pós-Graduação em História e Departamento de História - Universidade Estadual de Maringá – UEM, p.906-917. 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4025/5cih.pphuem.0521>>. Acesso em: 20 de nov. 2023

PARANÁ - Constituição (1989), Capítulo IV - Da segurança pública, art. 48A. Disponível em: <<https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/listarAtosAno.do?action=iniciarProcesso&tipoAto=10&orgaoUnidade=1100&retiraLista=true&site=1>>. Acesso em: 14 de out. 2023.

PARANÁ. Corpo de Bombeiros Militar do Paraná. Secretaria Estadual de Segurança Pública. Com apoio do Simepar, Corpo de Bombeiros lança operação contra incêndios florestais no Paraná. 2023a. Disponível em: <<https://www.seguranca.pr.gov.br/Noticia/Com-apoio-do-Simepar-Corpo-de-Bombeiros-lanca-operacao-contraincendios-florestais-no>> Acesso em: 10 nov. 2023a.

PARANÁ. Prefeitura Municipal de União da Vitória. Decreto nº 451/2023, de 18 de outubro de 2023. Declara Estado de Calamidade Pública nas áreas do município afetadas por Tempestade Local/Convectiva. União da Vitória, 2023b. Disponível em: <<https://uniaodavitoria.pr.gov.br/wp-content/uploads/2023/12/Documento-do-Decreto-No-451-de-2023.pdf>> Acesso em: 20 dez. 2023b.

PARANÁ. Segurança Pública. Secretaria Estadual de Segurança Pública. Novo projeto de lei institui o Programa Bombeiro Integrado para atender mais municípios. 2023c. Disponível em: <<https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Novo-projeto-de-lei-institui-o-Programa-Bombeiro-Integrado-para-atender-mais-municipios>>. Acesso em: 10 nov. 2023c.

REIS, J. B. C.; CORDEIRO, T. L.; LOPES, E. S. S. Utilização do Sistema de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais aplicado a situações de escorregamento: caso de Angra dos Reis. **Anais**. 14º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, v.1, 2011. Disponível em: <<https://saber.unioeste.br/index.php/ijerr/article/view/26254/22227>> Acesso em: 03 nov. 2023.



SAMPAIO, A. C. F.; DUARTE, F. G.; SILVA, E. G. C.; D'ANGELIS, B. L. D.; BLUN, C. T. Avaliação de árvores de risco na arborização de vias públicas de Nova Olímpia, Paraná. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.5, n.2, p.82-104, 2010. Doi:<http://doi.org/10.5380/revsbau.v5i2.66278>.

SAMPAIO, O. B. **Análise da eficiência de quatro índices na previsão de incêndios florestais para a região de Agudos**. São Paulo. p. 157, 1999. URL: <<http://educapes.capes.gov.br/handle/1884/25618>>.

SILVA, A. F. N. Proposta de estruturação do batalhão de ajuda humanitária do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. 2016a. 65p. **Monografia** (Curso de Curso de Formação de Oficiais, Centro de Ensino Bombeiro Militar) Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, Florianópolis, 2016a. Disponível em: <<https://dspace.mj.gov.br/bitstream/1/4613/1/Proposta%20de%20Estrutura%C3%A7%C3%A3o%20do%20Batalh%C3%A3o%20de%20Ajuda%20Humanit%C3%A1ria%20do%20Corpo%20de%20Bombeiros%20Militar%20de%20Santa%20Catarina.pdf>> Acesso em: 13 nov. 2023a.

SILVA, J. I. Políticas públicas de defesa civil no Estado do Paraná: um estudo comparativo entre os municípios de Maringá, Colorado, Querência do Norte e Terra Boa, entre os anos de 2011 e 2014. 2016b. 138 p. **Dissertação** (Mestrado em Políticas Públicas, Curso de Políticas Públicas) - Ciências Sociais, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2016b. Disponível em: <[https://www.defesacivil.pr.gov.br/sites/defesacivil/arquivos\\_restritos/files/documento/2018-12/JORGEINACIODASILVA.pdf](https://www.defesacivil.pr.gov.br/sites/defesacivil/arquivos_restritos/files/documento/2018-12/JORGEINACIODASILVA.pdf)> Acesso em: 13 nov. 2023.

SOEK, F. J.; MENDONÇA, F. Dinâmicas migratórias e saúde humana no contexto das mudanças climáticas, desastres e eventos extremos. **GeoSaúde**, v.1, p. 35-41, 2020. Doi:<http://doi.org/10.33787/CEG20220006>

SOUZA, J. L. M **Fundamentos de matemática e estatística para formulação de modelos e análise de dados**: aplicado às ciências agrárias. Curitiba, Plataforma Moretti/DSEA/SCA/UFPR, 2018. (Manual didático)

STEFFEN, P. C.; GOMES, J. Clustering of historical floods observed on Iguaçu River, in União da Vitória, Paraná. **RBRH**, v.23, e38, 12p. 2018. <https://doi.org/10.1590/2318-0331.231820170107>.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (org.). **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 197 p. URL: <[https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/233/2017/05/Conhecer\\_para\\_Prevenir\\_3ed\\_2016.pdf](https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/233/2017/05/Conhecer_para_Prevenir_3ed_2016.pdf)>

TORRES, F. T. P. Relações entre fatores climáticos e ocorrências de incêndios florestais na cidade de Juiz de Fora (MG). **Caminhos de Geografia**, v.7, n.18, p.162-171, 2006. Doi:<http://doi.org/10.14393/RCG71815426>.

UFSC - C.E.P.E.D. **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2010: volume Brasil**. Florianópolis: CEPED-UFSC. 2013. URL: <[https://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2012/01/AMAZONAS\\_mioloWEB.pdf](https://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2012/01/AMAZONAS_mioloWEB.pdf)>

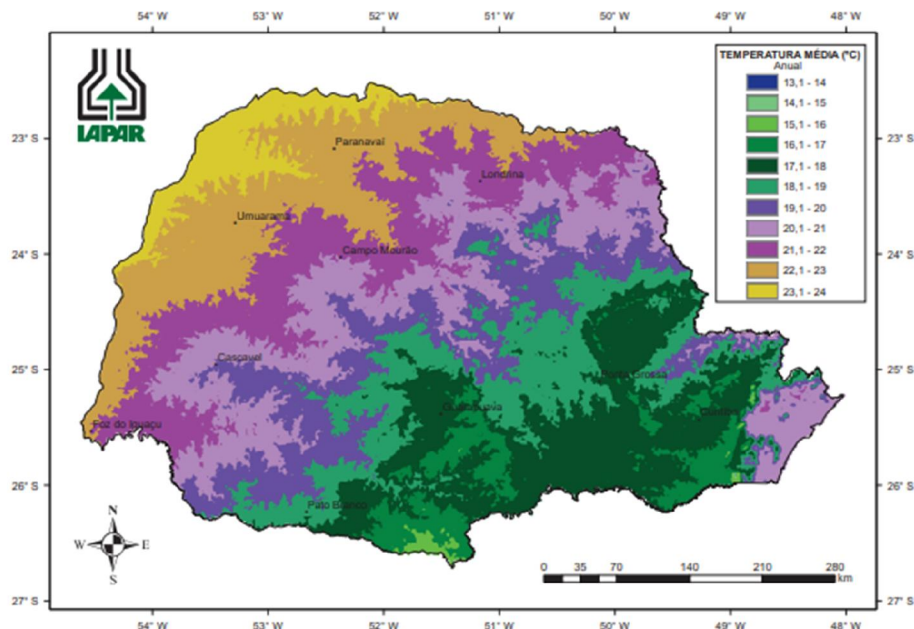
UFSC - C.E.P.E.D. **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2010: volume Paraná**. Florianópolis: CEPED-UFSC. 2011. URL: <[https://www.ceped.pr.gov.br/sites/ceped/arquivos\\_restritos/files/documento/2022-11/atlas\\_brasileiro\\_de\\_desastres\\_naturais\\_-\\_1991\\_a\\_2010\\_-\\_volume\\_parana.pdf](https://www.ceped.pr.gov.br/sites/ceped/arquivos_restritos/files/documento/2022-11/atlas_brasileiro_de_desastres_naturais_-_1991_a_2010_-_volume_parana.pdf)>

UNIÃO DA VITÓRIA - Fundação da Universidade Federal do Paraná / Prefeitura Municipal de União da Vitória. Revisão do plano municipal de saneamento básico e elaboração do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos. União da Vitória: Funpar, 2020. 118p. Disponível em: <[https://uniaodavitoria.pr.gov.br/wp-content/uploads/2023/10/PRODUTO-02\\_Caracterizacao-do-Municipio-e-Estudo-Populacional.pdf](https://uniaodavitoria.pr.gov.br/wp-content/uploads/2023/10/PRODUTO-02_Caracterizacao-do-Municipio-e-Estudo-Populacional.pdf)>. Acesso em: 02 dez. 2023.

VAN ERVEN, H. M. **Bombeiros do Paraná: histórico do Corpo de Bombeiros do Paraná**. Curitiba, 1954. 84 p. URL: <<http://biblioteca.unespar.edu.br:8080/pergamumweb/vinculos/000079/00007924.pdf>>

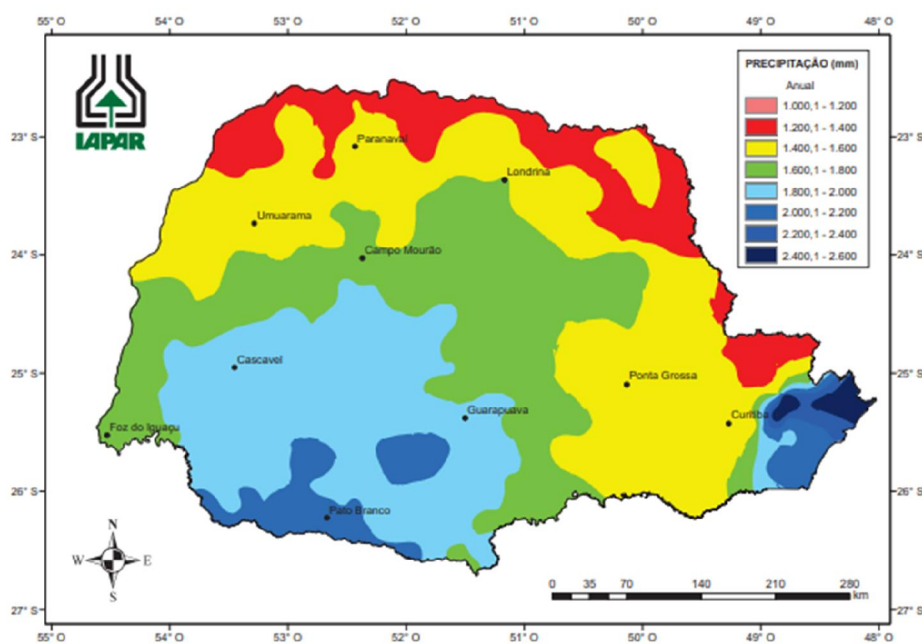
## APÊNDICE 1 – MÉDIA DIÁRIA DE VARIÁVEIS CLIMÁTICAS, PARA O PERÍODO ANUAL, NO ESTADO DO PARANÁ

FIGURA A1.1 – Temperatura média diária do ar, para o período anual, no Estado do Paraná.



Fonte: IAPAR (2019)

FIGURA A1.2 – Precipitação pluviométrica média (mm), para o período anual, no Estado do Paraná.



Fonte: IAPAR (2019)